

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE GANDIA

Máster en Evaluación y Seguimiento Ambiental de Ecosistemas Marinos y Costeros



“Estructura de la comunidad de un enclave de coralígeno de la costa de Gandía”

Tipo: Trabajo de Investigación

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

Autor:

Rafael Peláez León

Tutor:

Miguel Rodilla Alamá

GANDIA, 2014

-Agradecimientos

Espero no olvidarme de nadie de los que me han colaborado en este trabajo. Principalmente dar las gracias a Miguel Rodilla que me ha ayudado en todos los campos de este trabajo, gracias a él he podido cumplir con mis objetivos y además disfrutar de unas increíbles inmersiones de las que he aprendido mucho. En segundo lugar dar las gracias a mi equipo de buceo formado por Enrique Alonso y Jonatán Mendoza dispuestos a madrugar para ayudarme. En tercer lugar darle las gracias a mi equipo de identificación Julia Escrivá y Aninda Dewi. También agradecer a la gente de la universidad como Javier, Silvia, Ferran. Por último agradecerse a mi familia ya que sin ellos nunca hubiera empezado este proyecto.

Resumen:

El coralígeno es una biocenosis formada principalmente por algas calcáreas y organismos ingenieros que crean un sustrato duro el cual es un recurso escaso en el océano, por lo que se genera una gran oportunidad de hábitat para muchas especies. Son ecosistemas muy complejos formados por infinidad de variados ambientes que dan lugar a uno de los paisajes subacuáticos más maravillosos del planeta. En el Mediterráneo a unas 2 millas náuticas de Gandía y a unos 17 metros de profundidad encontramos un enclave denominado por los pescadores locales como la Vinyeta situado sobre un fondo de sedimento blando. Tiene un espesor promedio de unos 2,3 metros, con un mínimo de 1m y un máximo de 3m. Son típicas de este coralígeno las colonias de *Eunicella verrucosa*, llegando a tener casi 6000 colonias por hectárea. Es tal la biodiversidad de este enclave que debería de ser un espacio protegido. En el presente trabajo se diseñó una franja permanente para continuar con estudios futuros. Se han recogido más de 800 individuos en un total de 10 muestras recogidas en las que se han identificado más de 200 especies diferentes entre las que destacan moluscos, poliquetos, artrópodos, esponjas etc.

Palabras clave:

Coralígeno, Mediterráneo, Fauna, *Eunicella verrucosa*, Franja Permanente, Identificación.

The coralline is a biocenosis composed mainly of calcareous algae and engineer organisms that create a hard substrate which is a scarce resource in the ocean, so it creates a great opportunity to be a habitat for many species. They are very complex ecosystems of infinitely varied environments leading to one of the world's most fabulous underwater landscapes. In the Mediterranean about 2 nautical miles from Gandía and about 17 meters deep, it has been found an enclave called by local fishermen as Vinyeta located on a background of soft sediment. It has thickness of about 2,5 meters with a minimum of 1m and a maximum of 3m. The typical of this coralline *Eunicella verrucosa* colonies, grow to nearly 6000 colonies per hectare. Such biodiversity of this enclave should become a protected area. In this work a permanent transect to continue further studies are designed. More than 8000 individuals in a total of 10 samples have been collected from which more than 200 different species have been identified, among which are molluscs, polychaete, arthropods, sponges, etc.

Key Words:

Coralline, Mediterranean, Fauna, *Eunicella verrucosa*, Permanent transect, Identification.

Índice

-Agradecimientos	2
1- Introducción	1
Objetivos	4
2-Área de estudio	4
2.1 Localización	4
2.2 Elección del enclave	5
3-Metodología	6
3.1 Franja de Estudio Permanente	6
Diseño de la franja permanente.....	7
Instalación de la Franja.....	7
3.2 Estudio de las características estructurales	8
Características del Borde inferior.....	8
Rugosidad	9
3.3 Caracterización Biótica	10
Toma y análisis de muestras de roca biogénica.....	10
Inventarios en recorridos de organismos epibentónicos y demersales.....	11
Estimas de la densidad de Eunicella.....	11
4-Resultados y discusión	12
4.1 Franja de estudio Permanente	12
4.2 Características estructurales	13
Características del Borde inferior.....	13
Rugosidad	15
4.3 Caracterización de la biocenosis	16
Organismos recolectados en las muestras de roca biogénica	16
Algas	19
Poríferos	21
Cnidarios.....	23
Moluscos	24
Echiuridos	26
Poliquetos.....	27
Artrópodos	29
Briozoos.....	31
Equinodermos	32

Ascidas.....	33
Peces.....	34
4.3 Densidades de Eunicella verrucosa.....	36
4.4 Amenazas y conservación de la biocenosis del Coralígeno.....	38
6-Conclusiones y recomendaciones.....	40
8-Bibliografía.....	42

1- Introducción

El mar Mediterráneo está considerado como un punto caliente para la biodiversidad marina (Bianchi y Morri, 2000), y eso lo convierten en uno de los mares más interesantes que existen puesto que alberga aproximadamente el 10% de las especies marinas del mundo pese a que ocupa solo el 0,82% de la superficie de océanos (Bergbauer y Humberg 2002). Por desgracia, los impactos de las actividades humanas son proporcionalmente más fuertes en el Mediterráneo que en los otros mares, aumentando las preocupaciones con respecto a las amenazas de la conservación de la rica biodiversidad del Mediterráneo (Kipson et al., 2011).

El coralígeno, tras las praderas de *Posidonia* oceánica, constituye el segundo hábitat más importante para de la biodiversidad de especies en el Mediterráneo, (Boudouresque, 2004). Esto es debido a su abundante fauna (Laubier, 1966) y su compleja estructura (Pérès y Picard, 1964; Ros *et al.*, 1985). Ballesteros (2006) plantea que el coralígeno podría ser la comunidad mediterránea de mayor biodiversidad ya que los estudios sobre su biodiversidad son escasos y parciales.

Es interesante hacer notar, que dado que los sustratos duros representan una fracción muy baja del total de los fondos marinos, con una proporción mundial de solo un 10%, cualquier sustrato duro se convierte en un recurso limitado por el que se va a competir mediante mecanismos como el sobrecrecimiento y la subvaloración (enterramiento) de los vecinos, la secreción de venenos, la presencia de estructuras especialmente agresivas y el sombreado en organismos fotosintéticos (Levinton, 2011). Los sustratos duros poseen una extraordinaria importancia ecológica, ya que representan un sustrato colonizable ideal para un gran número de organismos sésiles (Kipson et al., 2011). Solo la firmeza y adherencia prolongada de los sustratos duros permiten la formación de una comunidad de organismos rica en especies y formas, constituida por algas y animales sésiles.

Respecto del origen de los sustratos duros podemos distinguir dos tipos fundamentales, los primarios, formados por rocas de origen geológico, y los secundarios, que son de naturaleza biogénica y se forman por el crecimiento de algas calcáreas y corales (Bergbauer and Humberg, 2002). A su vez podríamos diferenciar dos tipos de rocas biogénicas, las formadas fundamentalmente por hexacorarios con un esqueleto calcáreo y que forman los arrecifes de coral y las formadas por algas calcáreas que forman los arrecifes de algas coralinas. En ambos casos también contribuyen a la formación de la roca biogénica otros organismos secretores de estructuras calcáreas como son los briozoos o los tubos con secreciones calcáreas de poliquetos, pero siempre en menor medida. Normalmente las algas coralinas o algas incrustantes están adaptadas a crecer en condiciones de poca luz (Littler et al. 1986, Vadas y Steneck 1988), sus enclaves de arrecifes de algas coralinas están generalmente restringidos a ambientes infralitorales poco profundos en todos los mares (Littler 1973, Adey y Vassar 1975, Laborel et al. 1994), ya que fácilmente soportan la hidrodinámica del agua turbulenta y la abrasión generada por el oleaje (Littler y Doty 1975, Adey 1978). Así pues para Ballesteros (2006), la única excepción conocida a esta restricción son los enclaves que se conocen como coralígeno, una concreción de las algas

coralinas que prospera exclusivamente en aguas profundas del Mediterráneo (20-120 m de profundidad).

El término coralígeno fue utilizado por primera vez por Marion (1883) para designar las formaciones concrecionantes que existen en el golfo de Marsella. Los científicos que estudian las comunidades bentónicas no han conseguido un verdadero consenso para definir lo que es el coralígeno en el mar Mediterráneo (Ballesteros, 2003). El propio Ballesteros (2003) propone que el coralígeno sea considerado como “una típica acumulación biogénica básicamente hecha por algas coralinas que crecen en condiciones de poca luz y en aguas relativamente tranquilas”. También nos dice que se suele desarrollar generalmente en zonas del circalitoral, pero puede prosperar en la zona de infralitoral si los niveles de irradiación son lo suficientemente bajos como para permitir el crecimiento de algas coralinas incrustantes las cuales forman las acumulaciones (Ballesteros, 2003). Muchos autores como Ballesteros (2006), Cognetti et al. (2001) y Danovaro (2013) nos hablan de dos tipos de coralígeno: El coralígeno de plataforma y el coralígeno de borde. Según estos autores el coralígeno de borde se desarrolla a una profundidad inferior a la que empieza el piso circalitoral (Cognetti et al., 2001). El coralígeno de Plataforma es una formación muy característica en el mediterráneo según Pérès y Picard (1964). Se trata de concrecionamientos sobre fondos blandos, y todos estos autores coinciden en que el coralígeno de plataforma se forma a profundidades mayores de 50 metros hasta profundidades de 140 metros (Cognetti et al., 2001).

Tradicionalmente, muchos autores también hacen una separación entre coralígeno y precoralígeno (Gili y Ros, 1985; Simboura et al., 1995; Di Franco et al. 2009; Huete-Stauffer et al., 2011; Sardá et al., 2012), resaltando que el precoralígeno se encuentra a profundidades menores que el coralígeno. Según Gili y Ros (1982) bajo la denominación de biocenosis del precoralígeno se agrupan las diferentes facies o cinturones de localización intermedia entre la biocenosis de algas fotófilas (típicamente de dominancia vegetal) y la del coralígeno (de dominancia claramente animal). El precoralígeno incorpora tanto ambientes con iluminación atenuada, y con especies esciáfilas, como ambientes bien iluminados, y especies eminentemente fotófilas (Gili y Ros, 1982). La biocenosis de precoralígeno se considera como una zona de transición y se caracteriza por una gran riqueza biológica. Es considerado como una facies de empobrecimiento del coralígeno, este se encuentra donde las condiciones de luz y resto de factores ecológicos no son los óptimos para que el coralígeno se desarrolle (Cognetti et al., 2001).

La irradiación se considera el factor más crítico a la hora del desarrollo del coralígeno (Ballesteros, 2003). Al penetrar a través del agua, la luz va siendo progresivamente absorbida, debido a la mayor profundidad o a la topografía del sustrato como por ejemplo estar orientada al norte, o en los huecos y cuevas (Boero y Fraschetti, 2009). También el hecho de que llegue poca luz evita el crecimiento de otras algas y fanerógamas que impediría que la luz traspasase y llegase hasta las algas calcáreas evitando que el paisaje este dominado por las algas fotófilas. Este hecho obliga a las diferentes algas a una ocupación selectiva del espacio, estableciéndose diferentes zonas de preferencia, de acuerdo con la intensidad y calidad de luz que les llega. Pero tan importantes como las algas son los animales que también contribuyen a conformar la estructura tridimensional de la biocenosis. El Coralígeno es un sistema muy heterogéneo y su diversidad puede ser tan grande que entre los organismos existen interacciones de competencia y/o facilitación para poder conseguir los recursos necesarios para su supervivencia (Ballesteros, 2003).

La competencia por el espacio es fuerte debido a que está totalmente saturado por los organismos por lo que muchas especies utilizan la epibiosis, el mutualismo o el parasitismo para conseguir esos recursos (Ballesteros, 2003).

Desde el punto de vista trófico, la roca coralígena en el Mediterráneo es un ejemplo de una comunidad muy diversificada, aunque su compleja estructura está dominada por los suspensívoros (Gili & Coma, 1998). Este tipo de comunidad se compone de una gran variedad de especies, incluyendo las que tienen tiempos de residencia largos (que van desde colonias erectas, como gorgonias, a las especies medianas masivas, como las esponjas y ascidias) y muchas colonias pequeñas con tiempos de residencia cortos (hidroides), así como especies incrustantes, tales como briozoos (Gili & Coma, 1998). La biomasa y la diversidad de los suspensívoros variará en función de la intensidad de la corriente (Gili & Ballesteros, 1992). En general, en todas las comunidades ocurre que a lo largo de un gradiente hidrodinámico se producen cambios en los organismos suspensívoros, en su tamaño, en su forma, y en sus estrategias (Sebens & Johnson, 1991). La dominancia de organismos animales como antozoos, briozoos, poliquetos, y moluscos que presentan esqueletos o conchas de carbonato de calcio, contribuyen activamente a la bioconstrucción, ya que una vez muerto el animal, el esqueleto permanecerá en el sustrato convirtiéndose en la base sobre la que se fijan nuevos individuos (Boero y Fraschetti, 2009). Organismos que también recubren las superficies y que terminan siendo recubiertos por algas u otros organismos calcáreos contribuyen a generar los huecos, tan frecuentes y funcionales como escondrijos para organismos vágiles. La dinámica de estas estructuras coralígenas funciona de la siguiente forma, la comunidad tiene normalmente una cubierta biológica densa, con organismos incrustantes que recubren totalmente el sustrato rocoso, estos organismos se superponen de tal forma que el sustrato que colonizaron inicialmente está completamente oculto (Boero y Fraschetti, 2009). El crecimiento la mayoría de las veces es tan lento que ocasiona un crecimiento en plano horizontal (Ballesteros, 2003).

Esta roca biogénica siempre es muy compleja en su estructura y, de hecho, permite el desarrollo de varios tipos de comunidades (Laborel 1961, Laubier 1966), incluyendo aquellos dominados por algas vivas (parte superior de las concreciones), alimentadores de suspensión (parte inferior de las concreciones, cavidades en las paredes y aleros), barrenadores (dentro de las concreciones) e incluso fauna de fondos blandos (en el sedimento depositado en las cavidades y huecos). Es por ello que Ballesteros (2006) concluye que el hábitat de coralígeno debe considerarse más como un paisaje submarino o mosaico de biocenosis que como una única comunidad.

A pesar del valor ecológico, estético y económico de los afloramientos de coralígeno, los patrones de biodiversidad de coralígeno en escalas regionales siguen siendo poco conocidos (Ballesteros, 2006). Esta falta de información se debe en parte a la complejidad implicada en el estudio de estos muy diversos sistemas con una dinámica tan lenta, junto con las limitaciones logísticas generales relacionados con el muestreo en hábitats rocosos profundos (Kipson et al., 2011). La mayoría de los estudios previos a nivel de biocenosis han sido en gran parte descriptivos. Hay muy pocos estudios cuantitativos disponibles, restringidos a pequeñas o medianas escalas espaciales, pero sus resultados no son comparables debido a las diferencias en la metodología de muestreo (por ejemplo, muestras de raspado contra el muestreo fotográfico) (Kipson et al., 2011). Hay un acuerdo generalizado entre los actores implicados (ecólogos, conservacionistas, pescadores,

gestores y responsables políticos) sobre la necesidad de conocer la biodiversidad de los hábitats y en concreto de hábitats tan complejos como el coralígeno.

En las costas de Gandía, en el sector más meridional del Golfo de Valencia, existen varios enclaves conocidos de coralígeno a distintas profundidades (Nieto, 2000), se eligió para este trabajo el enclave conocido como la Viñeta debido a que su profundidad máxima en el borde inferior no sobre pasa los 17,5 m y se sitúa a menos de 2 millas náuticas del puerto de Gandía. El único estudio publicado sobre esta zona es el elaborado por Nieto (2000).

El interés local, de lo que los pescadores artesanales denominan piedra, está fundamentado en un conocimiento empírico en relación a las capturas que realizan en su entorno, ya que la biocenosis propicia la presencia de especies de alto valor comercial que bien son características, encuentran alimento o protección en este hábitat. Por tanto, el conocimiento de la biodiversidad del coralígeno, la estructura y el funcionamiento de la biocenosis no sólo tiene interés científico, sino importancia para garantizar su conservación y los beneficios socioeconómicos que genera.

Objetivos

El objetivo general de este trabajo es iniciar los estudios de la biocenosis de coralígeno en esta zona del Mediterráneo occidental, donde se da una situación particular con enclaves de coralígeno de plataforma entre fondos de substratos sueltos (arenas y fangos) en la zona infralitoral. De forma específica se plantan los siguientes objetivos:

1. Inventariar los organismos que conforman esta comunidad biológica en el enclave conocido como La Vinyeta frente a las costas de Gandía, en el sector meridional del golfo de Valencia
2. Detectar la presencia de especies invasoras y establecer el grado de afección o modificación del enclave coralígeno.
3. Posicionar un área de estudio permanente que pueda servir para determinar cambios a largo plazo que se producen tanto en la estructura física de la roca biogénica como en la presencia de especies sésiles clave y características del hábitat.

2-Área de estudio

2.1 Localización

La zona de estudio en sentido amplio sería el tramo de costa que va desde el cabo de Cullera hasta el Cabo San Antonio. En este sector meridional del Golfo de Valencia y hasta 40 metros de profundidad dominan las arenas infralitorales más o menos enfangadas siguiendo un gradiente batimétrico o hidrodinámico. En algunas zonas, más o menos escasas, las arenas están cubiertas por las praderas de *Cymodocea nodosa* o *Caulerpa prolifera*, pero lo que realmente rompe la monotonía son los enclaves de roca biogénica que emergen entre los fondos sedimentarios. Los

pescadores de la flota artesanal, que faenan en la zona, localizan tres enclaves de roca biogénica, La Vinyeta, La Pedra de Tavernes y Els Marranxons (figura 2.1).

La Vinyeta está situada a unas 2 millas náuticas del puerto de Gandía y a una profundidad de entre 15 y 17,5 metros. La Pedra de Tavernes se sitúa entre 6 y 7 millas náuticas del puerto de Gandía y entre 26 y 29 metros de profundidad y finalmente els Marranxons están localizados a 5,3 millas náuticas del puerto de Gandía pero entre 36 y 40 metros de profundidad.

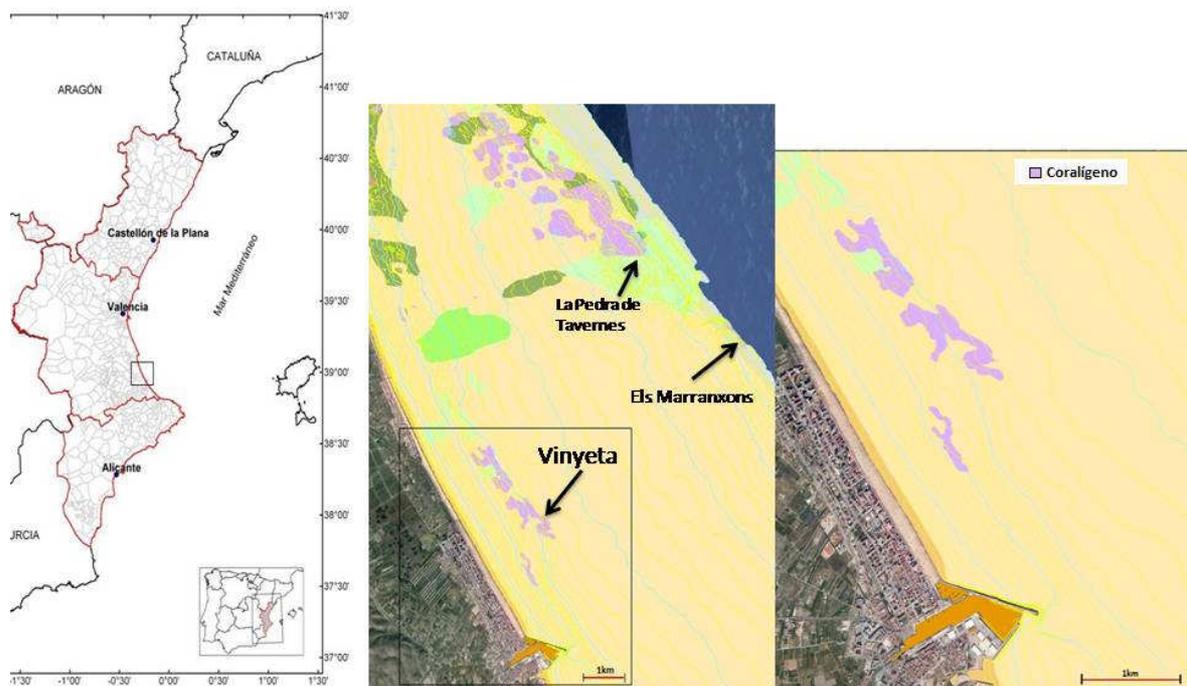


Figura 2.1. Localización de la zona de estudio. Elaboración propia a partir de la cartografía bionómica de HIDTMA-ECOMAR.

2.2 Elección del enclave

Si bien los tres enclaves pueden ser similares desde el punto de vista estructural y cualquiera de ellos se debería estudiar en profundidad, hay diferencias importantes entre ellos en cuanto a distancia y profundidad a la que se sitúan. La profundidad será el factor limitante para desarrollar una parte importante del estudio por cuanto que se requerirá buceo con escafandra autónoma. Cualquiera de las tres zonas es accesible con sistemas de buceo autónomo, pero la limitación importante será el tiempo que se puede permanecer en el fondo. El trabajo en La Vinyeta se puede realizar con equipos de aire comprimido y permanencias de hasta 55 minutos sin necesidad de realizar largos

periodos de descompresión, mientras que en La Pedra de Tavernes para alcanzar el mismo tiempo de permanencia en el fondo se requiere el uso de Nitrox (aire enriquecido con oxígeno) o/y paradas de descompresión. Y esa situación se agrava en el caso del estudio de Els Marranxons puesto que el riesgo de narcosis con nitrógeno sería alto.

3-Metodología

El diseño metodológico de este trabajo queda condicionado por la imposibilidad de obtener información mediante técnicas indirectas, puesto que las características del substrato hacen inviable el uso de dragas o corers desde una embarcación. Es por ello que el buceo con escafandra autónoma ha sido indispensable, al no disponer de sistemas de captación de imagen autónomos que permitiesen obtener imágenes sin la necesidad de que un equipo de buzos se sumerjan.

Se ha requerido un equipo mínimo de dos buceadores con equipo de escafandra autónoma y un patrón que gobernara una embarcación semirrígida de 7,5 m de eslora con un motor fuera borda de 200 Hp. Se ha utilizado un sistema de circuito abierto con aire comprimido. Esta opción, tanto con aire como con NITROX, es muy ventajosa para desarrollar trabajos científicos a menos de 45 metros de profundidad, tanto por el fácil manejo como por la baja intensidad en el control del equipo que se requiere durante la inmersión (Munro, 2005). Hay algunas ventajas o limitaciones en este método de trabajo:

1.- Hay una limitación importante en el tiempo de trabajo que será función de la profundidad alcanzada y del aire disponible, tanto para el trabajo como para el ascenso hasta la superficie incluyendo las paradas de descompresión que garantizarán la eliminación de las microburbujas de nitrógeno.

2.- Las burbujas de aire que se exhalan al agua generan ruido, y puede influir en el comportamiento de muchas especies de peces e invertebrados vágiles (Sayer et al., 1996) haciendo que la observación de comportamiento natural sea muy difícil (Munro, 2005). Lobel (2001) señaló que las vibraciones de campo cercano producidas por burbujas exhaladas son probablemente similares a las perturbaciones causadas por la hidrodinámica de los depredadores de movimiento rápido.

3.- La conjunción de la dificultad de volver a un mismo lugar del fondo y los limitantes que pueden llegar a ser las condiciones de visibilidad hacen que la repetitividad de algunas observaciones de los buceadores que llegan al fondo desde una embarcación sea extremadamente baja.

3.1 Franja de Estudio Permanente

En muchas ocasiones necesitamos repetir mediciones en un mismo lugar y como posicionarse en el mar es difícil, no tanto por llegar a una posición de GPS más o menos precisa, sino porque al anclar estaremos pivotando sobre un punto moviéndonos sobre una circunferencia cada vez

mayor cuanto más grande sea la profundidad del fondo, necesitamos algún tipo de referencia fija. Para solucionar este problema podemos implementar un fondeo, pero al mismo tiempo si queremos estudiar variaciones de elementos del bentos a lo largo del tiempo deberíamos implementar un sistema de referencia fijo, algunos autores como Francour et al. (1999) y Gaymer et al. (2004) optan por un transecto o franja permanente, mientras que otros optan por cuadrados permanentes como Linares et al. (2005).

La opción elegida ha sido establecer dos fondeos y una franja permanente de unos 210 metros de longitud total.

Diseño de la franja permanente

La baliza 1 de anclaje del borde inferior, el más profundo del enclave, tiene las siguientes coordenadas: latitud 39° 1'24.91"N y Longitud 0° 9'3.34"W. La baliza 2 que se sitúa al final de transecto tiene las siguientes coordenadas: latitud 39° 1'26.2"N y Longitud 0° 9'11.5"W.

Dado que la franja era tan extensa, poseer dos balizas de amarre facilita la logística de buceo necesaria en la toma de muestras en diferentes puntos de la franja. Una vez teníamos el sitio concretado donde íbamos a empezar a trabajar, lo que hicimos fue diseñar una franja permanente que nos permitiese llevar a cabo todos los trabajos que íbamos a realizar en el coralígeno.

Nos interesaba crear una franja que cumpliera con los objetivos de nuestro trabajo y además sirviera para investigaciones futuras sobre el coralígeno por eso decidimos crear una que fuera permanente. La franja permanente es lineal, y su dirección es perpendicular a la costa ya que así maximizamos las variabilidades ambientales (Bianchi *et al.*, 2004), está formada por seis estacas de metal y cabos que unen esas estacas entre sí. Esta franja comienza en el sustrato blando que se encuentra rodeando el coralígeno por el borde inferior situado al Este, y se adentra en el coralígeno una distancia de unos 210 metros aproximadamente desde la primera estaca.

Instalación de la Franja

Las dos balizas se crearon utilizando 3 muertos de cemento que se bajaron al fondo blando cerca del borde exterior del coralígeno, a unos 5 metros de este, para evitar dañar el coralígeno con el peso de los muertos, estos muertos una vez posados en el fondo se unieron mediante una cadena de 5 metros de longitud que genera una circunferencia de la que sale un cabo hasta una boya o baliza sumergida a unos 5-6 m de la superficie. La distancia de 6 metros hasta la superficie garantiza que no es susceptible de ser atada por la hélice de ninguna embarcación de pesca o recreativa que navegue por la zona. La única diferencia entre balizas es que los muertos de la situada más al oeste se colocaron en una cubeta de gravas entre el coralígeno, pero sin afectarlo.

Para la instalación de la franja permanente hicieron falta dos buzos. Una vez se encontraban sobre la zona en la que se iba a colocar la franja procedían a clavar las estacas midiendo siempre en dirección este-oeste unos 50 metros de distancia entre estaca y estaca. El procedimiento a seguir fue que mientras un buzo esperaba en la estaca con el metro, el segundo buzo recorría una distancia de 50 metros en la dirección mencionada anteriormente y una vez llegaba al punto comenzaba a clavar la estaca. En ese momento el primer buzo se dirigía hacia el segundo buzo y se repetía el procedimiento hasta completar las 6 estacas. La primera estaca esta clavada en el sustrato blando y el resto están dentro del coralígeno, abarcando la zona del borde e interior de este. Cada estaca iba unida a la anterior y a la siguiente mediante un cabo para facilitar que el buceador pueda seguir la franja lineal. Además cada estaca lleva una pequeña boya amarilla atada con un cabo para que el buceador pueda reconocerla a cierta distancia ya que si se separa de la franja puede que no sea capaz de volver a encontrarla. Las estacas también llevan un ánodo de sacrificio para evitar que se oxiden y se pierdan con el tiempo, lo único que habría que ir haciendo con el paso de los años es ir cambiando ese ánodo por uno nuevo para que la franja sea permanente.

3.2 Estudio de las características estructurales

También se ha tratado de obtener información de dos características estructurales del enclave estudiado: la altura del borde inferior y la rugosidad que tiene la roca biogénica de este enclave.

Características del Borde inferior

El desnivel del borde inferior, el más profundo, del enclave de coralígeno nos dará una idea aproximada del espesor o potencia que puede tener la roca biogénica sobre el fondo sedimentario. Para realizar las mediciones se utilizó un jalón de 3 metros (Figura: 3.1) que estaba segmentado en colores alternos de blanco y rojo de 10 cm. A parte, de las medidas anotadas se utilizaban fotografías para poder revisar todos los datos obtenidos. Se eligió un recorrido que partía desde la estaca 1, que es la estaca que se encuentra puesta justo encima del coralígeno en el borde, y se fue recorriendo el borde en dirección Norte realizando medidas, la mayoría de las medidas se obtuvieron pinchando el jalón en el fondo blando, pero a veces para poder tener una mayor exactitud se realizaba una segunda colocando el jalón sobre el coralígeno ya que el borde se encontraba escalonado y era complicado observar la altura solo con la primera medida.

Se cubrió una distancia aproximada de unos 70 metros en las que se realizaron medidas cada 2 o 3 metros y siempre que se observara alguna anomalía en el borde. En total se realizaron 20 medidas de la altura del borde.



Figura 3.1. Mediciones del borde exterior con jalón en diferentes puntos.

Rugosidad

Para disponer de un indicador sencillo que nos pueda explicar la complejidad morfológica del sustrato se utiliza un método de transectos (Munro, 2005) que permitirá calcular un índice de rugosidad (Bianchi *et al.*, 2004). Aunque varios autores proponen el uso de cadenas (Bianchi *et al.*, 2004; Munro, 2005), se decidió utilizar un cabo lastrado que puede cumplir la misma función y será menos dañino con la estructura del coralígeno. Se utilizó un cabo lastrado con marcas cada metro para saber las distancias y una cinta métrica. El cabo lastrado tiene la particularidad de que lleva en su interior un rosario de plomos para que se hunda. El cabo lastrado debe ser siempre más largo que la cinta métrica obviamente debido a que al adaptarse al perfil del lecho, se va a necesitar una mayor longitud. El procedimiento era bastante sencillo, primero se fijaban la cinta métrica y el cabo lastrado al inicio del transecto, después con la cinta métrica se medía un transecto recto, y luego con el cabo lastrado se recorría el mismo transecto pero colocando este cabo por toda la superficie del coralígeno (Figura: 3.2). El índice espacial o de rugosidad se calcula con la fórmula (Bianchi *et al.*, 2004):

$$SI = C/T$$

SI= índice de rugosidad, C= Cabo lastrado y T= Cinta métrica.

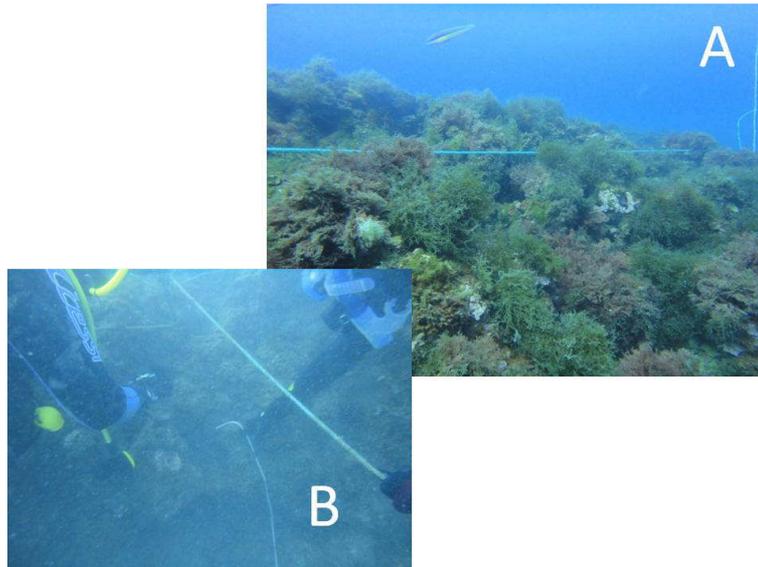


Figura 3.2. A: Medición con cinta métrica; B: Cabo lastrado por el borde del enclave

3.3 Caracterización Biótica

Se realizaron tres trabajos complementarios, muestreo de roca biogénica, inventarios de organismos epibentónicos y demersales y censos de *Eunicella*, cada uno con su metodología propia que se explica a continuación.

Toma y análisis de muestras de roca biogénica

Mediante el empleo de la escafandra autónoma, se recogieron un total de 10 muestras en 5 puntos del coralígeno correspondientes cada punto con las estacas colocadas sobre este, y que forman parte del transecto lineal permanente. Para la toma de muestras en la zona de estudio se barajaron diferentes posibilidades como utilizar un corer metálico o realizar raspados superficiales (Martin, 1987), pero debido a la complejidad para insertar el corer en el sustrato duro y a la cantidad de tiempo que llevaría realizarlo mediante raspado se optó por la opción de obtener muestras de pedazos íntegros de roca biogénica de unos 1500 cm^3 que se englobaban con una bolsa plástica de galga resistente. El procedimiento de extracción de la muestra era bastante simple (figura 3.3), consistía en colocar la muestra seleccionada en el interior de la bolsa y ejercer un poco de fuerza hasta que se conseguía separar completamente del coralígeno mediante la rotura, una vez separada se cerraba la bolsa con unas gomas de plástico y se guardaba en su respectiva red, cada punto tenía su red propia para que no se mezclaran las muestras y evitar así posibles confusiones después a la hora de identificarlas en el laboratorio.



Figura 3.3. Toma de muestras. A: antes, B: durante y C: después de la toma.

Los muestreos se realizaron los días 27 de junio de de 2014, 24/7/2014 y 1/08/2014, en condiciones de mar adecuadas.

Estas muestras fueron trasladadas al laboratorio en las bolsas de recolección, con agua de mar. Ya en el laboratorio el agua de mar fue sustituida por Cloruro de Magnesio ($MgCl_2$) al 7%, para conseguir la relajación de los individuos y facilitar así su posterior identificación. Finalmente, se fijó con formol al 10% para su identificación con lupa o microscopio, tratando de determinar las especies al nivel taxonómico más bajo posible. Para la determinación e identificación de especies se utilizo un bibliografía especializada básica como Pérès y Picard (1959), Rield (1986), Gosalvez et al., (1992), Hofrichter (2004), Plá (2006), Hayward et al., (2007), Viétez et al., (2007), Augier (2008), y Danovaro (2013). Para los poríferos la referencia básica fue Uriz (1986). Para los nematoforos la referencia básica fue Rield (1986); Para los moluscos las referencias básicas utilizadas fueron: Poppe y Goto vol I y II (1991), Arduino y Repett (1995), Avila (2003), Gofas (2011). Para los poliquetos la referencia básica utilizada fue: Giangrande (1992). Para los artrópodos las referencias básicas utilizadas fueron: Bellan-Santini et al., Parts 1,2,3 y 4 (1993), Barrientos, (2004), Del Socorro (2007). Para los equinodermos las referencias básicas utilizadas fueron: Tortonese (1965), Montserrat (1984). Para los nudibranquios se utilizo la referencia básica Trainito y Doneddu (2014).

Inventarios en recorridos de organismos epibentónicos y demersales

Para el inventario de organismos epibentónicos y demersales (peces) se realizaron recorridos circulares en cada una de las zonas delimitadas por las estacas y su entorno más cercano (~10 metros de radio alrededor de la estaca) y a lo largo de los 200 metros de transecto lineal. Siempre que fue posible se obtuvieron fotografías de los ejemplares. Las fotografías sirvieron para obtener un registro de especies y para poder realizar determinaciones taxonómicas en algunos casos específicos. Se realizaron anotaciones en tablillas con papel poliéster.

Estimas de la densidad de Eunicella

La densidad de colonias de gorgonias (*Eunicella* o *Leptogorgia*) puede ser utilizada como indicador de estado de la biocenosis. Este indicador podrá servir para determinar en un futuro cambios que puedan producirse en esta biocenosis. Dada la abundancia relativamente mayor de *Eunicella verrucosa* se decidió utilizar, en este estudio, su estima de densidad de colonias.

La densidad de *Eunicella verrucosa* se realizó mediante un censo utilizando el método del vecino más cercano (Krebs, 1989). Este método consiste en localizar una colonia de esta especie y medir la distancia que existe entre esta y la siguiente *Eunicella verrucosa* más cercana, una vez en la segunda se vuelve a repetir el mismo proceso y así sucesivamente hasta que la *E. verrucosa* medida más cercana sea la misma de la que venimos, en tal caso lo que se hace es buscar otra *E. verrucosa* en otro sitio para volver a iniciar el proceso.

Las formulas utilizadas fueron:

$$\rho = \frac{n}{\pi \Sigma(x_i^2)}$$

ρ = Estimación de densidad de población

n = Tamaño de muestra

x = Distancia desde un organismo aleatorio al organismo más cercano

Una vez teníamos calculada ρ calculábamos \hat{y} para poder calcular la varianza de \hat{y} y el error estándar.

$$\hat{y} = \frac{1}{\bar{N}}$$

$$\text{Varianza } (\hat{y}) = \frac{\hat{y}}{\rho}$$

$$\text{Error estándar } (\hat{y}) = \sqrt{\frac{\text{varianza } (\hat{y})}{\rho}}$$

Los resultados obtenidos se han presentado en número de colonias de *Eunicella verrucosa* por hectárea.

4-Resultados y discusión

4.1 Franja de estudio Permanente

Se presenta como un resultado el disponer de una instalación permanente, bien señalizada (figura 4.1).

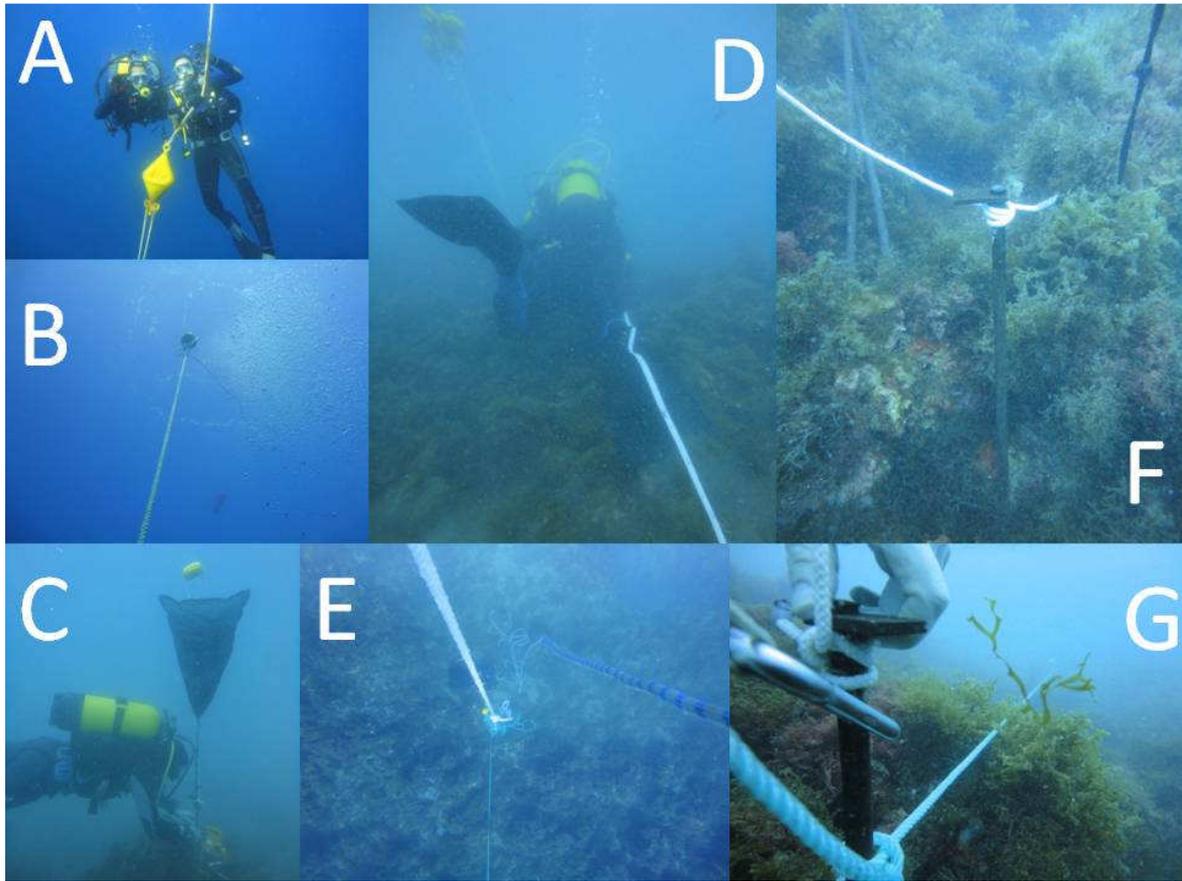


Figura 4.1. Franja permanente. A: boya 1, señalización del borde inferior; B: boya 2, señalización del extremo final del transecto; C: señalización de cada estaca; D: Buzo siguiendo el cabo que señala la franja; E: Propulsor situado junto a la estaca 6; F: estaca nº 3; G: estaca nº4 y cabo señalizador.

4.2 Características estructurales

Características del Borde inferior

La media obtenida de la altura del borde inferior de la roca biogénica es de 2,3 metros, con un máximo de 3 metros y un mínimo de 1,5 metros.

La altura del borde es bastante homogénea. Al medir el borde también conseguimos tener una idea más global de la potencia que posee este coralígeno con esas dimensiones, ya que no es solo una recubierta sino todo un sistema complejo de estructuras superpuestas con un orden en el que todo encaja a la perfección y que da pie a la formación de una gran acumulación de elementos calcáreos que se encargan de conservar este sistema con el paso de los años. Dentro del enclave se pueden observar enormes grietas causadas por la forma de crecimiento de estas algas coralígenas. Podríamos describir la estructura del coralígeno como una estructura accidentada (Cognetti *et al*, 2001) debido al relieve. La estructura de este coralígeno se forma

como consecuencia de que una alga coloniza un sustrato duro y se expande, pero en su superficie empieza a crecer otro organismo que se aprovecha del crecimiento de la alga para tener un sustrato donde agarrarse, este organismo con el tiempo empieza a limitar la cantidad de luz y nutrientes que le llegan a la alga que se encuentra debajo por lo que para evitar morir empieza a crecer de forma horizontal, en esta competición por los recursos tróficos el que tiene el crecimiento más rápido acaba sobreviviendo, por lo general la parte que queda tapada termina muriendo, al ser calcárea después de muerta su cuerpo queda en esa posición formando parte del sustrato duro. Lo que pasaría después es que sobre ese organismo que acabó por matar al alga empieza a crecer otro organismo, y así sucesivamente hasta llegar a la formación de coralígeno que nosotros conocemos. El sistema también se erosiona y eso genera que todo su entorno este rodeado por gravas biogénicas, a este tipo de sedimento se le denomina cascajo y está formado en su mayor parte por los restos de individuos pertenecientes al coralígeno.

Los niveles más profundos del coralígeno son los más antiguos ya que este va aumentando su tamaño por superposición de estructuras, y el hecho de encontrar un coralígeno con estas dimensiones y sabiendo que la velocidad de crecimiento de este tipo de hábitat es extremadamente lenta, 0,83 mm/año (Ballesteros, 2003), nos hace concluir que este coralígeno empezó a crearse hace mucho tiempo, incluso podría llegar a tener más de 3000 años. Pero teniendo en cuenta que el proceso no es siempre aditivo y que hay crecimiento y erosión podríamos plantear que el coralígeno de la Vinyeta podría superar los 5000 años. El coralígeno tiene una cubierta biológica bastante densa (Boero y Fraschetti, 2009), en este caso el recubrimiento más superficial siempre es la parte más joven y activa.

Basándonos en lo que vimos en la estructura del coralígeno coincidimos completamente con las descripciones que nos dan otros autores como Ballesteros (2003) o Cognetti (2001) ya que observamos bastantes grietas y cavidades, esto hace que el coralígeno sea totalmente heterogéneo en cuanto a su estructura. El resultado final de los constructores del coralígeno es una compleja estructura donde se pueden distinguir muchos tipos de ambientes. Los factores ambientales como la luz o el hidrodinamismo no son del mismo orden de magnitud entre los diferentes lugares del coralígeno, ya que podemos encontrar zonas de borde con luz, zonas de borde sin luz, zonas con cavidades, etc. (Ballesteros, 2003)

Las macroalgas que forman fondos rocosos crean un hábitat perfecto capaz de proporcionar buenos refugios contra depredadores a muchas especies y gracias a su productividad también facilita alimento para muchos tipos de peces ya sean adultos o sus etapas juveniles (Figura 4.2) (Guidetti *et al*, 2004). La complejidad del hábitat es debida en principal medida al conjunto de macroalgas, topografía, y animales sésiles que habitan en el coralígeno.



Figura 4.2: Morena escondida dentro de una cavidad

Las cavidades que se forman en el coralígeno mantienen una comunidad bastante compleja que es dominada por los suspensivosos (esponjas, hidozoos, antozoos, briozoos, serpulidos, moluscos, tunicados).

Como sabemos además de crecimiento de coralígeno también se produce la opción contraria que es destrucción de coralígeno. Las formaciones coralígenas están sometidas a procesos de erosión ya sean por agentes mecánicos como las corrientes, o por organismos perforadores como son los dátiles de mar (Cognetti *et al*, 2001).

Toda estas descripciones de coralígeno quedaron más que contrastadas en las inmersiones realizadas en la Viñeta, encontramos eso si zonas claras de sedimento sin coralígeno que formaban claros de sedimentos rodeados por el coralígeno, que nos dejaba a la vista unos increíbles bordes en los que se encontraban gran cantidad de especies que aprovechan los pasos de las corrientes para obtener su alimento.

Rugosidad

Al analizar la rugosidad dentro del enclave hemos realizado varias medidas que suponen un acumulado de 54 metros de superficie de substrato sobre una medida lineal de 47 metros. Aplicando el cálculo propuesto por Bianchi *et al*. (2004) obtenemos el valor del índice. El índice de rugosidad es de 1,15. Este resultado nos demuestra que existe un cierto nivel de rugosidad alto ya que el número es mayor de 1 (Rogers *et al*., 1983).

Esto demuestra la heterogeneidad de la estructura y más bien en este caso de la superficie del coralígeno, debido a que no son superficies planas sino que se mezclan grietas, salientes, e incluso claros de sedimento dentro del mismo coralígeno.

Al calcular la rugosidad en la transición fondo sedimentario-coralígeno encontramos un desnivel muy fuerte promedio de 2,3 metros, y esto eleva la rugosidad hasta valores de entre 2,5 y 3 puesto que en muchos lugares estamos hablando de una pared casi vertical con huecos y cavidades que aumentan la rugosidad. En el enclave coralígeno podemos encontrar zonas con menor rugosidad en el interior y zonas con una mayor rugosidad más cercanas al borde exterior, aun así también hemos encontrado algunos claros en el interior del coralígeno, estos claros están rellenos de cascajo que son los materiales calcáreos desprendidos como partes de la fauna del coralígeno como por ejemplo conchas de moluscos y briozoos.

4.3 Caracterización de la biocenosis

Organismos recolectados en las muestras de roca biogénica

Mediante el empleo de la escafandra autónoma, se recogieron un total de 10 muestras en 5 puntos del coralígeno correspondientes cada punto con las estacas colocadas que forman parte del transecto lineal, estas muestras fueron analizadas en el laboratorio. Los resultados se presentan en las tablas 1, 2 y 3.

El total de cada grupo de individuos fue:

Total de individuos Porifera	Total de especies Porifera
Inexacto	6
Total de individuos Nematomorfos	Total de especies Nematomorfos
7	1
Total de individuos Moluscos	Total de especies Moluscos
267	49
Total de individuos Polichaeta	Total de especies Polichaeta
80	35
Total de individuos Arthropodos	Total de especies de Arthropodos
453	31
Total de individuos Echinodermata	Total de especies Echinodermata
62	5

Tabla 1. Número de individuos y especies determinados en las muestras.

Phylum	Clase	Familia	Especies	Est 1-2	Est 1-3	Est 2-1	Est 2-2	Est 3-1	Est 3-3	Est 4-1	Est 4-3	Est 5-2	Est 5-3	Total		
Porifera	Calcarea	Leucaltidae	<i>Ascandra falcata</i>		x			x						0		
		Chondrillidae	<i>Chondrosida reniformis</i>	x					x				x	0		
	Demospongiae	Dysideidae	<i>Pleraplysilla spinifera</i>											x	0	
		Hadromeridas	spp							x					0	
		Pachastrellidae	spp				x								0	
Homoscleromorpha	Oscarellidae	<i>Oscarella lobularis</i>						x					0			
Nematomorpha	Nematomorfos	S.l.	S.l.	5		2								7		
Moluscos	Polyplacophora	Leptochitonidae	<i>Leptochiton algesirensis</i>									1		1		
		Ischochitonidae	<i>Callochiton septemvalvis</i>	1					1		1			3		
		Chitonidae	<i>Chiton olivaceus</i>				1								1	
		Acanthochitonidae	<i>Acanthochitona discrepans</i>	2											2	
	Gastropoda	Patellidae	<i>Ansates pellucida</i>									1			1	
			<i>Emarginula adriatica</i>		1							1	1		3	
		Fissurellidae	<i>Emarginula huzardii</i>	2	2		1							2	1	8
			<i>Emarginula solidula</i>												2	2
			<i>Emarginula tenera</i>					1								1
			<i>Jujubinus exasperatus</i>						12	2	1	1	1	4	2	22
		Cerithiidae	<i>Bittium latreilii</i>	1												1
			<i>Bittium scabrum</i>										1			1
			<i>Bittium simplex</i>									1				1
		Littorinidae	<i>Littorina saxatilis</i>		4											4
			<i>Alvania cancellata</i>									1				1
			<i>Alvania lineata</i>											1		1
			<i>Rissoa spp</i>		1											1
		Rissoidae	<i>Rissoa violacea</i>						1							1
			<i>Trivium pulex</i>												1	1
			<i>Monophorus perversus</i>											2		2
		Eulimidae	<i>Vitreolina philippi</i>	1												1
			<i>Cerithiopsis spp</i>		2									1		3
		Cerithiopsidae	<i>Cerithiopsis diadema</i>	2												2
			<i>Cerithiopsis horrida</i>	2		4										6
			<i>Cantharus dorbignyi</i>					2	3	2						7
			<i>Cantharus scaber</i>							1				2		3
		Buccinidae	<i>Cantharus scacchianus</i>					1				1				2
			<i>Chauvetia submamillata</i>				1									1
			<i>Chauvetia vulpecula</i>	3	2	2	3	7	2	5	2	3				29
			<i>Fasciolaria lignaria</i>						1							1
		Fascioliariidae	<i>Fusinus labronicus</i>		1	3							1		3	8
	<i>Nassarius incrasatus</i>				4	2	1			2					9	
	Nudibranchia	Discodorididae	<i>Jorunna tomentosa</i>				1								1	
		<i>Barbatia barbata</i>	2		5						1				8	
	Bivalvia	Arcidae	<i>Arca tetragona</i>					3	2					3	8	
			<i>Asperarca Nodulosa</i>					3		1	1				5	
			<i>Gregariella semigranata</i>												1	1
		Mytilidae	<i>Lithophaga lithophaga</i>	4	10	6	4	3	7	6	2	15	10			67
			<i>Modiolus adriaticus</i>					1								1
			<i>Moldiolus barbatus</i>					2								1
			<i>Lima lima</i>		1	2						3		17		23
		Limidae	<i>Limaria hians</i>					1	4	1		1			1	8
			<i>Caleoma turtoni</i>				2		1							3
		Spondylidae	<i>Spondylus gaederopus</i>				1									1
		Myidae	<i>Sphenia binghami</i>			1							1		1	3
			<i>Chlamys varia</i>		1											1
		Pectinidae	<i>Talochlamys multistriata</i>					1	1		1					3
			<i>Limaria inflata</i>													0
		Limacinidae	<i>Lepton squamosum</i>									1				1

Tabla 2. Poríferos y moluscos.

Phylum	Clase	Familia	Especies	Est 1-2	Est 1-3	Est 2-1	Est 2-2	Est 3-1	Est 3-3	Est 4-1	Est 4-3	Est 5-2	Est 5-3	Total				
Annelida	Polychaeta	Dorvilleidae	<i>Dorvillea sp.</i>	1										1				
		Eunicidae	<i>Leodice torquata</i>	3											3			
			<i>Lysidice unicornis</i>	2											2			
			<i>S.I.1</i>	3		1									4			
			<i>S.I.2</i>			1									1			
		Glyceridae	<i>Glycera sp.</i>				2									2		
			<i>S.I.</i>	1												1		
		Hesionidae	<i>Hilbigneris gracilis</i>	6												6		
		Nereididae	<i>Nereis sp.</i>	3												3		
			<i>Subfamilia Nereidinae sp. 1</i>	1												1		
			<i>Subfamilia Nereidinae sp. 2</i>	1												1		
		Phyllodocidae	<i>Eumida sanguinea</i>	3												3		
			<i>Eulalia veridis</i>			1										1		
			<i>S.I.1</i>			1										1		
			<i>S.I.2</i>			1										1		
		Polynoidae	<i>Harmothoe sp.1</i>	2		2										4		
			<i>Harmothoe sp.2</i>			1										1		
			<i>Lepidonotus sp.</i>	1												1		
			<i>S.I.</i>	3		4										7		
		Sabellariidae	<i>Sabellaria spinulosa</i>	2												2		
		Sabellidae	<i>Pseudopotamilla reniformis</i>	1		1										2		
			<i>S.I.</i>			1										1		
		Serpulidae	<i>Hydroides norvegica</i>			7										7		
			<i>Hydroides sp.</i>	1												1		
			<i>Serpula sp.</i>	3		8										11		
		Syllidae	<i>Haplosyllis sp.</i>	1												1		
			<i>Syllis sp.1</i>	2												2		
			<i>Syllis sp.2</i>	1												1		
			<i>Xenosyllis sp.</i>	1												1		
			<i>S.I.</i>	1												1		
		Terebellidae	<i>Nicolea venustula</i>	1												1		
			<i>S.I.1</i>	2												2		
			<i>S.I.2</i>	1												1		
			<i>S.I.3</i>			1										1		
		Arthropoda	Malacostraca (Subphylum Crustacea)	Caprellidae	<i>Caprella spp</i>						5	1	1	1		7		
					<i>Caprella acanthifera</i>	1	48	14		1	4	13	12	10	6	109		
					<i>Caprella Grandimana</i>												1	1
					<i>Caprella hirsuta</i>									1				1
					<i>Caprellidae spp</i>	1												1
					<i>Deutella schieckei</i>			2	1			2			8			13
					<i>Liropus spp</i>													1
					<i>Phtisica marina slabber</i>	1	1	7							2		1	12
					<i>Pseudoprotella phasma</i>			5	1							1	1	8
<i>Synalpheus Gambarelloides</i>	3					3					6	2	12			26		
Alpheidae	<i>Athanas nitescens</i>			2			1	6		4	4	5				22		
	<i>Alheus Dentipes</i>			2												2		
	<i>Axiidae</i>			<i>Axius starynchus</i>						1						1		
Corophiidae	<i>Leptocheirus bispinosus</i>			3					2						5			
Dexaminidae	<i>Dexamine spiniventris</i>								2						2			
Diognidae	<i>Calcinus tubularis</i>					22	6	20		4	4	23	1		80			
Galatheididae	<i>Galathea Bolivari</i>			4	3	1	1	17	1	1	2			2	32			
Gnathiidae	<i>sp</i>			5											5			
Hippolytidae	<i>Eualus cranchii</i>			3	3			10							16			
Leucothoidae	<i>Leucothoe spinicarpa</i>							2							2			
Liljeborgiidae	<i>Liljeborgia dellavallei</i>			4											4			
Lysianassidae	<i>Lysianassina longicornis</i>			17			5	7			9	7			45			
Mysidae	<i>Siriealla Clausii</i>			1			2		1							4		
	<i>Anchialina agilis</i>				1											1		
Paguridae	<i>Pagurus chevreuxi</i>					1	4	9					6	1	21			
Paranthuridae	<i>Paranthura costana</i>												1		1			
Pilumnidae	<i>Pilumnus inermis</i>					2	1			1		3	2		9			
Porcellanidae	<i>Pisida longicornis</i>				2	4	1			7	1		15					
Processidae	<i>Processa macrophthalma</i>	1											1					
Tanaididae	<i>Tanais dulongii</i>										1		1					
Pycnogonida	Ammotheidae	<i>Achelia echinata</i>	1			1	3		1			1	7					
Echinodermata	Ophiuroidea	Ophiotrichidae	<i>Ophiotrix fragilis</i>		4	4	2	10	1	6	2	4	1	34				
			<i>Ophiotrix pentagona</i>	1										1				
		Amphiuridae	<i>Amphipholis squamata</i>		3	4	1	2	1	3	2	8	1	25				
		Ophiactidae	<i>Ophiactis virens</i>							1					1			
		Ophiodermatidae	<i>Ophioderma longicaudum</i>											1	1			

Tabla 3. Especies de poliquetos, crustáceos y equinodermos.

Algas

Las algas presentes en coralígeno de La Vinyeta de Gandia podemos agruparlas en función de los dos grandes ambientes que se conforman: el ambiente más fotófilo que corresponde a la superficie de la roca biogénica y el ambiente esciáfilo generado por el propio concrecionamiento. Pero además la base de la roca biogénica son algas coralinas incrustantes. Entre estas algas han destacado por su abundancia *Mesophyllum alternans* (figura 4.3.C), *Lithophyllum stictaeforme*, and *L. cabiochae* (figura 4.3.B) y en menor medida *Mesophyllum expansum* (figura 4.4.B). Según Ballesteros (2006) estas especies son especies de amplia distribución que suelen dominar las biocenosis de coralígeno.



Figura 4.3. Algas rojas incrustantes y de ambientes esciáfilos.

Asociadas a los ambientes esciáfilos encontramos abundancia de varias especies de *Peyssonnelia*. Destacando *Peyssonnelia rosa-marina* (figura 4.3.D), *Peyssonnelia rubra* y *Peyssonnelia squamaria* (figura 4.3.A).

Entre las algas verdes son abundantes especies como *Palmophyllum crassum*, *Flabellia petiolata* (figura 4.5.A) y *Halimeda tuna* (figura 4.4.A). También algas pardas como *Dictyota dichotoma* (figura 4.4.B), *Dictyopteris polypodioides*, *Spatoglossum solierii*, *Zonaria tournefortii* y *Halopteris filicina*. Las algas rojas son las que presentan mayor riqueza específica destacando por su abundancia *Sphaerococcus coronopifolius*, *Kallymenia lacerata*, *Halymenia floresii* (figura 4.5.B), *Sebdenia*, *Predaea*, *Eupogodon*, *Myriogramme*, *Neurocaulon foliosum*, *Acrodiscus vidovichii*,

Osmundaria volubilis, *Phyllophora crista*, *Rhodymenia ardissoni*, *Acrosorium venulosum*, *Rhodophyllis divaricata*, *Hypoglossum hypoglossoides*, *Polysiphonia banyulensis*, *Erythroglossum sandrianum*, y *Aglaothamnion tripinnatum*). Estos resultados son muy coincidentes con las aportaciones que sobre esta biocenosis hacen Boudouresque (1973, 1985) y Ballesteros (1992, 1993).

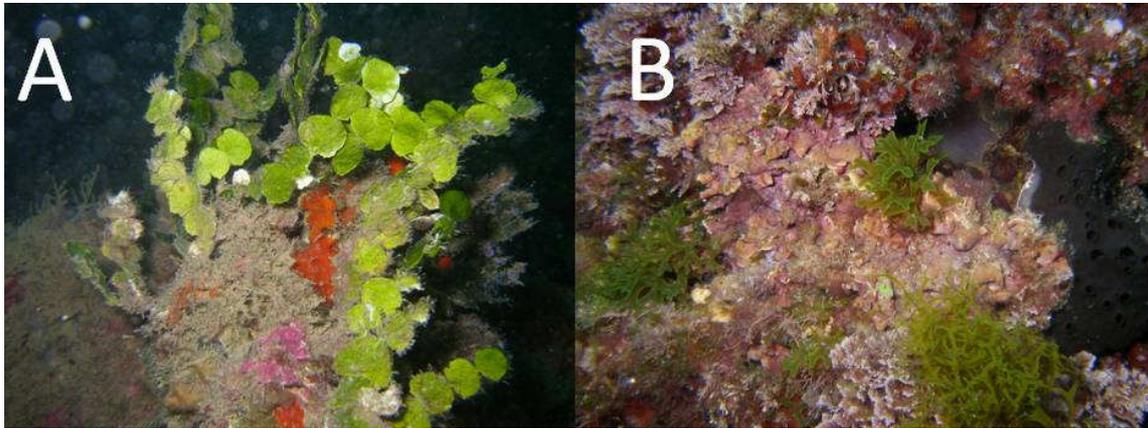


Figura 4.4. A: *Halimeda tuna*; B: *Dictyota dichotoma* sobre *Mesophyllum expansum*

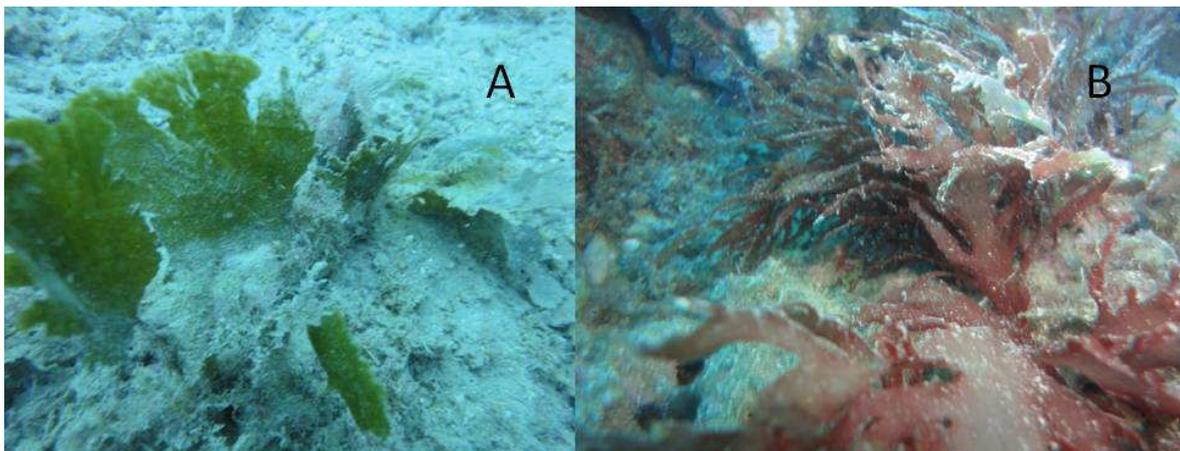


Figura 4.5. A: *Flabellia petiolata*; B: *Halymenia floresii*

Los recubrimientos más superficiales y más iluminados, están ocupados por recubrimientos de algas de distribución amplia en el infralitoral, pero habituales en los enclaves de coralígeno como, *Dyctiota dichotoma* y *Dictyopteris lucida* (figura 4.6.B), *Sargassum vulgare* (figura 4.6.A), y *Fabellia petiolata* (figura 4.6.D) y siendo muy destacable, en la Vinyeta, la presencia de una especie no habitual del coralígeno como *Padina pavonica* (figura 4.6.C),

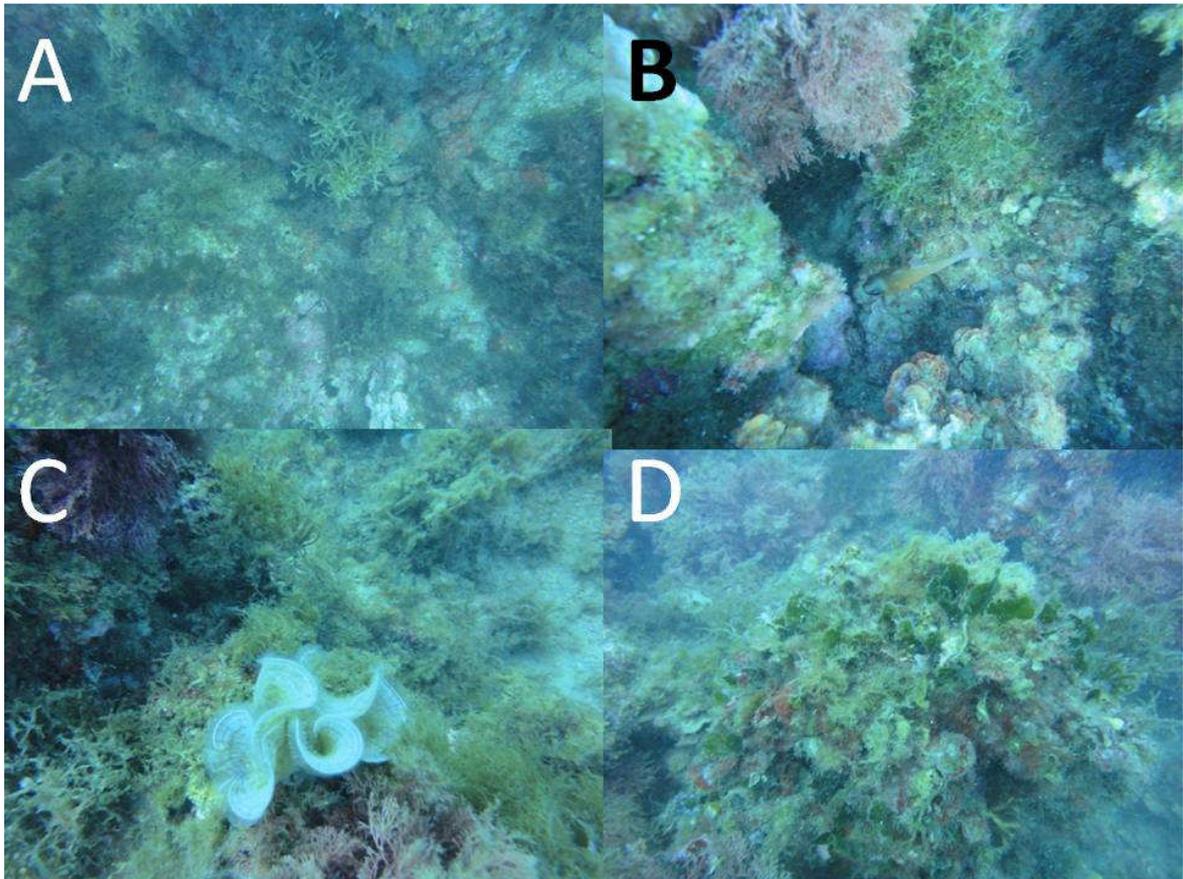


Figura 4.6. Recubrimientos de algas en el ambiente más fotófilo.

Poríferos

El coralígeno es un sistema muy rico en esponjas, ya que estas crecen normalmente en los entornos más esciáfilos, aunque también pueden hacerlo en las zonas en las que llega más luz (Ballesteros, 2003).

Las esponjas tienen una gran importancia en estos ecosistemas debido a que son el alimento de gran parte de la fauna muestreada en el coralígeno, además de también servir como refugio para muchos de los organismos ya que en ellas pueden habitar pequeños crustáceos o artrópodos.

Si bien no todos los especímenes recolectados se han podido analizar, consideramos que si se han reconocido las especies de esponjas dominantes. Además como las esponjas son organismos que recubren superficies, quedan adaptadas a los huecos grietas y cualquier accidente de la roca biogénica por lo que resulta difícil no sólo definir un número de individuos o colonia, si no evaluar la superficie recubierta.

Son especialmente abundantes en La Vinyeta *Oscarella lobularis* (Figura: 4.7.D) y *Chondrosida reniformis* (Figura: 4.7.B), además estas especies fueron encontradas en el coralígeno de las islas

Medes por Garrabou & Zabala (2001) donde realizaron un estudio comparativo entre especies de esponjas del precoralígeno y estas dos como representativas del coralígeno. *Chondrosida* tiene un crecimiento conservador, es decir, es lenta pero resistente con a los daños y *Oscarella lobularis* es capaz de crecer y contraerse rápidamente, mostrando una velocidad mayor de crecimiento que el resto de esponjas (Ballesteros, 2003).

Otras dos especies, también abundantes fueron *Axinella damicornis* (Figura 4.7.A) y *Spirastrella cunctatrix* (Figura 4.7.C).

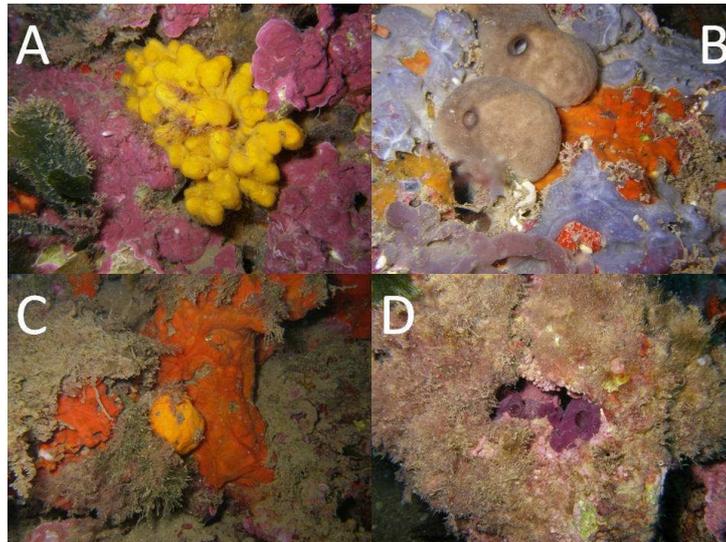


Figura 4.7. A: *Axinella damicornis* B: *Chondrosida reniformis*; C: *Spirastrella cunctatrix*; D: *Oscarella lobularis*.

Más escasas fueron dos especies que pueden confundirse fácilmente con otras *Agelas oroides* que la podemos observar, en la figura 4.7.C, junto a *Spirastrella*, y *Axinella polypoides* (figura 4.8).



Figura 4.8. A: *Axinella polypoides*.

Hong (1980) considera que *Axinella damicornis* y *Agelas oroides*, son especies características de biocenosis de coralígeno.

Cnidarios

Los cnidarios son un grupo de mucha importancia en el coralígeno, porque son definitorios junto a las algas calcáreas de los principales aspectos paisajísticos de la biocenosis.

Entre los hidrozoos destacaron por su frecuencia *Halocordyle disticha* (figura 4.9.B) y el género *Sertularella*.

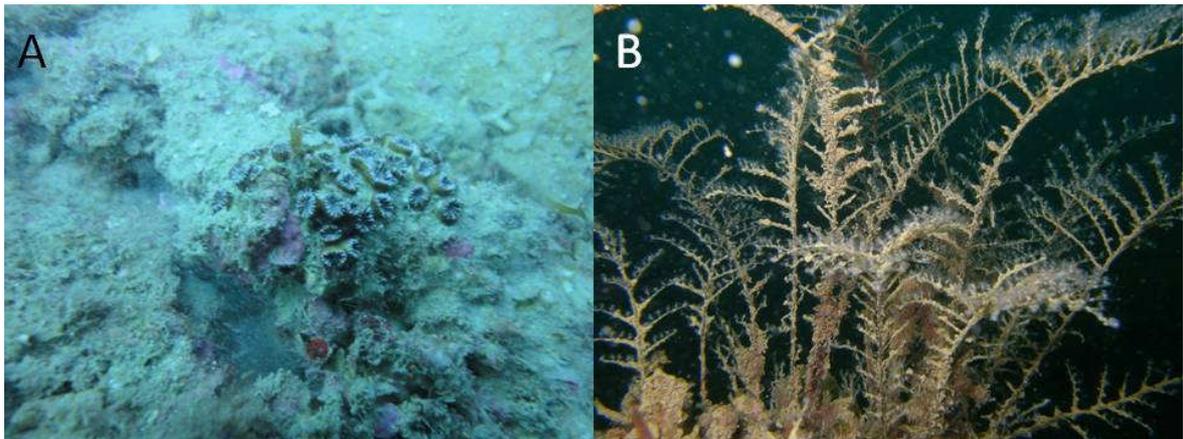


Figura 4.9. A: *Cladocora cespitosa*; B: *Halocordyle disticha*

Entre los antozoos que son mucho más conspicuos, destacan por su abundancia dos especies de gorgonias, *Eunicella verrucosa* (figura 4.10.B) y *Leptogorgia sarmentosa* (figura 4.10.A), pero también una especie solitaria como *Cerianthus membranaceus* (figura 4.10.D) y una característica de voladizos como es *Parazoanthus axinellae* (figura 4.10.C).

También es destacable la presencia de algunos pequeños recubrimientos de *Cladocora cespitosa* (figura 4.9.A).

Los cnidarios constituyen uno de los grupos dominantes de los organismos bentónicos en las comunidades esciáfilas donde el crecimiento de las algas está limitado por la baja irradiancia (Gili & Ballesteros, 1992) La presencia de finas partículas arrastradas por la corriente favorece el desarrollo de gorgonias como *Leptogorgia armentosa* (Weinberg, 1978).

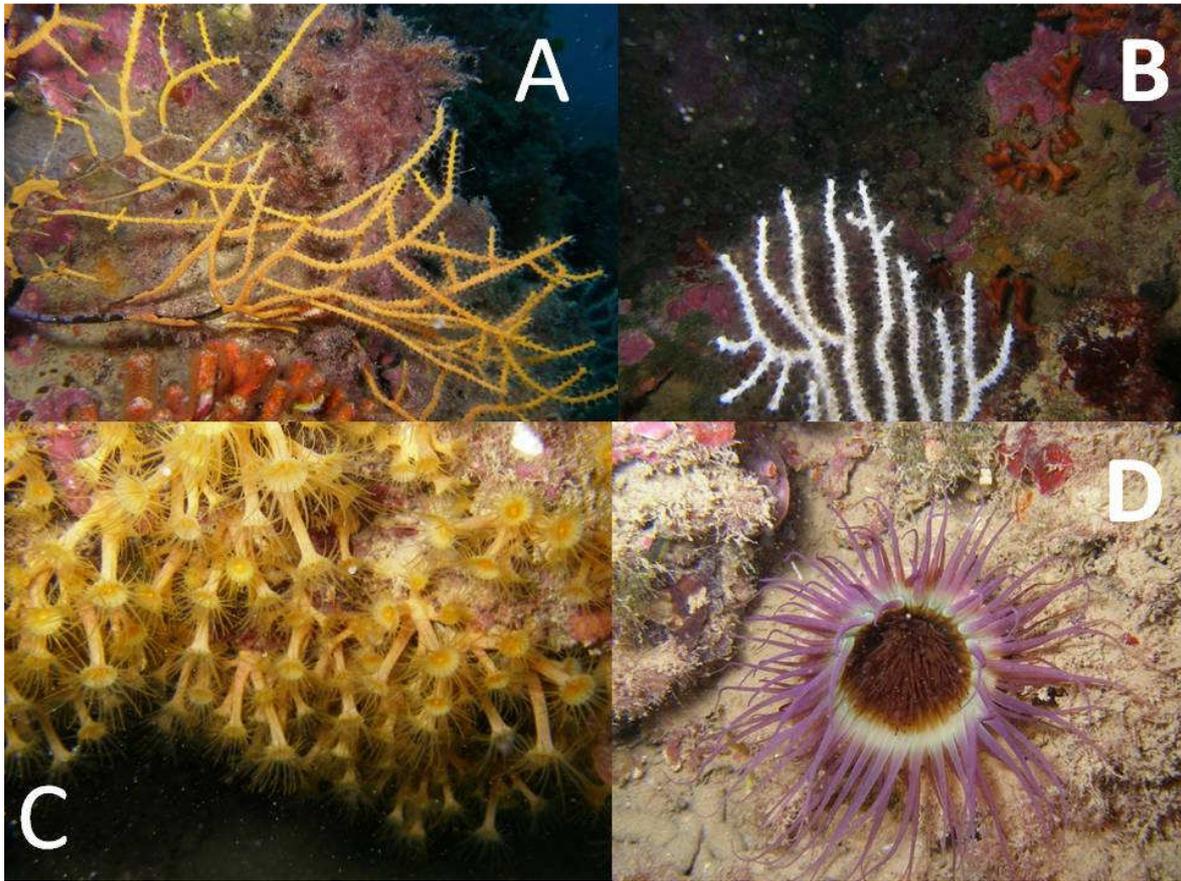


Figura 4.10. A: *Lepogorgia sarmentosa*; B: *Eunicella verrucosa*; C: *Parazoanthus axinellae*; D: *Cerianthus membranaceus*

Moluscos

El grupo de moluscos fue dividido en 4 clases: Polyplacophora, Gasteropoda, Bivalvos y Nudibranchios (figura 4.12).

Los individuos identificados a partir de las muestras de roca biogénica aparecen en la tabla 2.

Como podemos comprobar en la tabla 2 se ve claramente que muchos moluscos identificados son constantes, es decir están presentes en casi todas las muestras. Esto puede ser explicado por la homogeneidad de todo el enclave y la representatividad de las muestras estudiadas. Según Ballesteros los moluscos son una de las comunidades más abundantes en estos ambientes. Martin *et al.* (1990) identificó un total de 897 individuos en 20 muestras de unos 400 cm², lo que viene a equivaler a unas 45 individuos por muestra. En nuestro trabajo se han localizado un total de 267 individuos en 10 muestras de unos 1500 cm³, lo que hace un total de unos 27 individuos por muestra. Esto supondría encontrarse 2 moluscos cada 100 cm³.

Dentro de los moluscos observamos varias especies con un número elevado de individuos comparadas con el resto, estas son: *Jujubinus exasperatus* (Figura: 4.11.F) (Gasteropoda), *Chauvetia Vulpecula* (Figura: 4.11.E) (Gasteropoda), *Lithophaga lithophaga* (Figura: 4.11.B)

(Bivalvia), *Lima lima* (Figura: 4.11.A)(Bivalvia), *Emarginula adriática* (Figura: 4.11.C)(Gasteropoda) y *Nassarius incrassatus* (Figura: 4.11.D)(Gasteropoda). En total se encontraron 49 especies de moluscos, de las que 16 eran bivalvos, 29 eran Gasterópodos y 4 tipos de especies diferentes de polioplacóforos. Estos números coinciden con lo que fue encontrado por Antoniadou *et al.*, (2005) en un estudio que realizaron en el norte del mar Egeo para examinar la distribución espacial de los moluscos en sustrato duro en el infralitoral y obtuvieron unos resultados de 5 especies de polioplacophoros, 85 gasterópodos y 21 de bivalvos. En ambos casos se han encontrado un número más alto de diferentes especies de gasterópodos dentro del grupo de los moluscos.

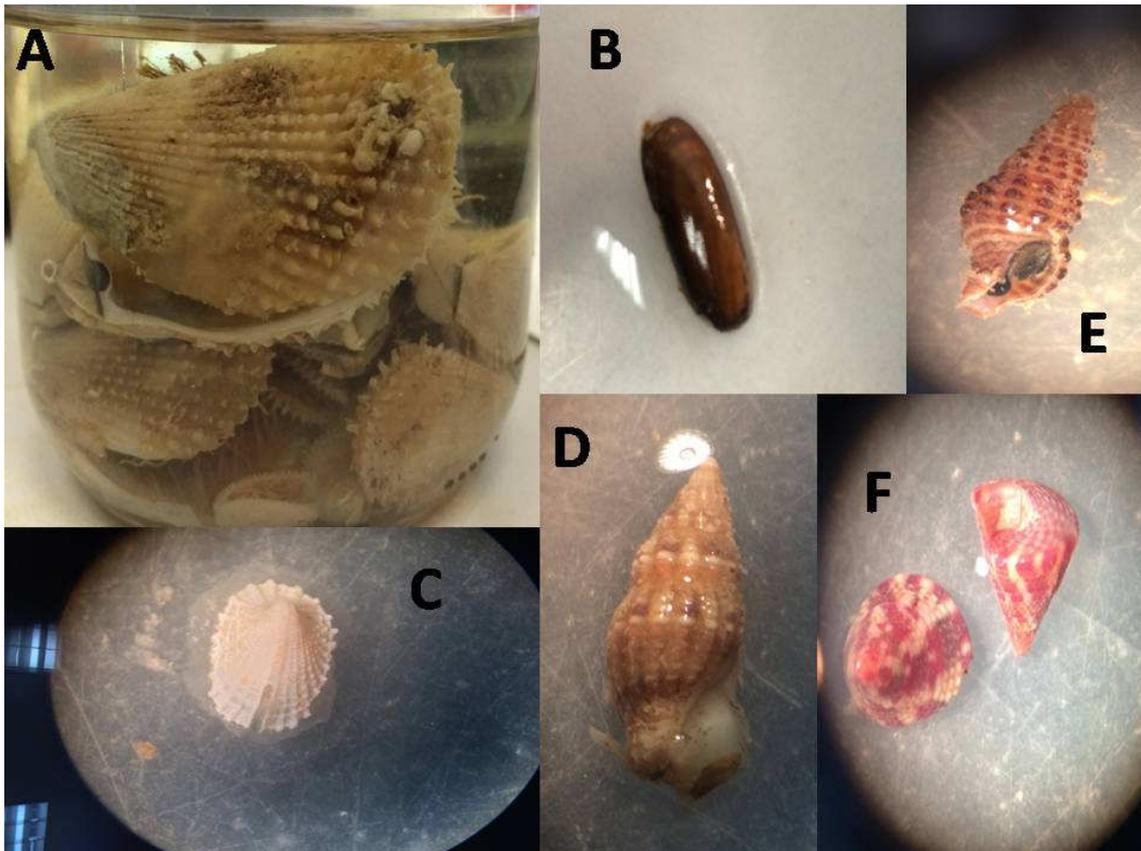


Figura 4.11. A: *Lima lima*; B: *Lithophaga lithophaga*; C: *Emarginula adriática*; D: *Nassarius incrassatus*; E: *Chauvetia Vulpecula*; F: *Jujubinus exasperatus*.

Las especies más abundantes que nosotros encontramos en nuestro coralígeno coinciden con lo que Ballesteros (2006) nos cuenta sobre las especies más abundantes de moluscos dentro del coralígeno, nombrando a dos especies principalmente que son *Lithophaga lithophaga* y *Lima lima*.

Sabemos que *Lithophaga lithophaga* o como se la conoce por su nombre común, dátil de mar, es una especie que escava mediante un proceso químico, creando agujeros profundos en las rocas calizas a escasas profundidades y vive dentro de ellos alimentándose por filtración (Gofas *et al.*, 2011), esto coincide perfectamente con lo que nosotros observamos en nuestra muestra.

En el proceso de despiece de las muestras para convertirlas en algo más sencillo de tratar y facilitar así su identificación encontrábamos bastantes huecos dentro del coralígeno, cosa que esperábamos debido a la complejidad estructural que sabíamos que tiene, y dentro de estos huecos encontrábamos al dátil de mar. Para poder coleccionar este tipo de animal es necesario romper las rocas calcáreas en las que observábamos los orificios de la perforación (Riedl, 1986) (Estos huecos sirven de refugio para muchas otras especies una vez el dátil de mar a muerto, obviamente mientras el dátil de mar sigue vivo las otras especies no pueden utilizarlos pero una vez muerto las otras especies se hacen con el hueco dejado por el dátil de mar quedando en la roca calcárea una huella biológica de este.

El otro molusco que más abunda dentro de nuestra muestra se denomina *Lima lima*, habita en las cavidades del coralígeno llegando a estar incluso muchas veces en esponjas (Riedl, 1986).

Nassarius incrassatus es un gasterópodo fácil de confundir con *Nassarius Pygmaeus* pero este segundo solo se encuentra en fondos de arena algo enfangada (Gofas *et al.*, 2011). *Nassarius incrassatus* es una de las especies más abundantes de moluscos. La alimentación de *N. incrassatus* es carnívora o carroñera basada en pequeños invertebrados, moluscos incluidos (Ávila, 2003).



Figura 4.12. Nudibranchios: A: *Platydoris argo*; B: *Peltodoris atromaculata*

Echiuridos

Bonellia viridis, es la única especie encontrada de este grupo, es relativamente abundante y fácilmente observable por la presencia de su trompa extendida que va recolectando detritus orgánico. Ballesteros (2006) la considera común y característica del coralígeno.

Poliquetos

Los anélidos poliquetos son uno de los grupos de invertebrados marinos bentónicos más numerosos y diversificados (Martin, 1987). Para los poliquetos el coralígeno es un medio perfecto para vivir gracias a su compleja estructura forma las concreciones que permiten la coexistencia de gran cantidad de especies en un espacio muy reducido.

Debido a la falta de tiempo la identificación de poliquetos no llegó a terminarse, quedándose en las dos primeras muestras. Aunque la identificación es incompleta eso no quiere decir que no podamos determinar resultados o que no nos sirva para nuestro trabajo, debido a que con solo ver la gran variedad de especies que tenemos en una sola muestra, nos demuestra la riqueza de estos organismos en el coralígeno. El número de especies identificadas en estas dos especies es bastante amplio y significativo de las familias que posee este coralígeno, dudamos de que en las siguientes muestras nos salga una variedad muy diferente a lo encontrado, como consecuencia a esto podemos concluir que la biodiversidad con respecto a poliquetos es muy amplia.

El resultado coincide con lo que Ballesteros (2003) nos dice ya que él numera una cantidad de un poliqueto por cm^2 , mientras que a nosotros con solo dos muestras de unos 1500cm^3 , nos da un promedio de unos 43 individuos por muestra que harían un promedio de un poliqueto cada 34cm^3 .

Entre la microfauna se podría hacer una división entre tres grupo ecológico (Ballesteros, 2003), en nuestro caso solo hemos identificado a *Xenosyllis*. Para la macrofauna se distinguen entre cuatro grupos ecológicos dentro del coralígeno (Ballesteros, 2003), de los cuales nosotros solo encontramos dos, las especies que viven en las pequeñas grietas y agujeros como la mayoría de los *Serpulidae* y *Terebellidae*, así como *Leodice torquata*, y otro grupo de poliquetos que viven sobre o dentro de los agujeros del coralígeno como por ejemplo *Lepidonotus*, *Harmothoe aerolata* (Ballesteros, 2003). Nos faltarían por encontrar las especies que son excavadoras, y las especies que viven dentro de las esponjas.

Nuestros resultados también coinciden con Hong (1980) en el coralígeno de Marsella. Entre los poliquetos que encontró dio una lista de los más abundantes dentro del coralígeno como por ejemplo el habló de *Eunice torquata* que actualmente se llama *Leodice torquata* y que nosotros también hemos podido encontrar en nuestro coralígeno.

También lo poco que nosotros hemos identificado coincide con Martin (1987), que estudió la fauna de poliquetos en las comunidades de coralígeno del litoral catalán, y dio un listado de las especies más dominantes y constantes, y algunas de ellas son, *Syllis*, *Serpula*. Sin embargo, las especies más famosas que crecen en el coralígeno no tienen por qué ser las más abundantes; las grandes especies de serpulidos (True, 1970 in Ballesteros, 2003) son muy evidentes como por ejemplo *Serpula*, *Sabella*. (Ballesteros y Tomas, 1999).

Romdhane (2007) encontró 14 especies del coralígeno de una roca litoral vertical en el golfo de Túnez, y aunque se trata de una formación tipológicamente distinta puesto que La Vinyeta es un coralígeno de plataforma, las especies de la roca biogénica deberían ser similares. Así pues, las especies identificadas por Romdhane (2007) coinciden con las encontradas por nosotros como son: *Hydroides*, *Syllis* y *Leodice torquata*.

Dearn (1987) ofrece un listado de especies de poliquetos en el que identifico a varias especies de *Nereis* (Figura: 4.13) y *Lepidonotus squamatus*, en este caso ambas especies las cataloga como muy raras y poco frecuentes de dentro del coralígeno en California. En nuestro trabajo hemos identificado varias *Nereis* pero debido a la falta de tiempo no se ha llegado a identificar la especie, igual nos paso con *Lepidonotus* (Figura: 4.13).

En otro trabajo (Grant *et al.*, 1989) *Nereis* es utilizada para mapear la presencia de metales pesados, ya que esta especie tolera bastante bien el cobre y cinc y además esta tolerancia es hereditaria.

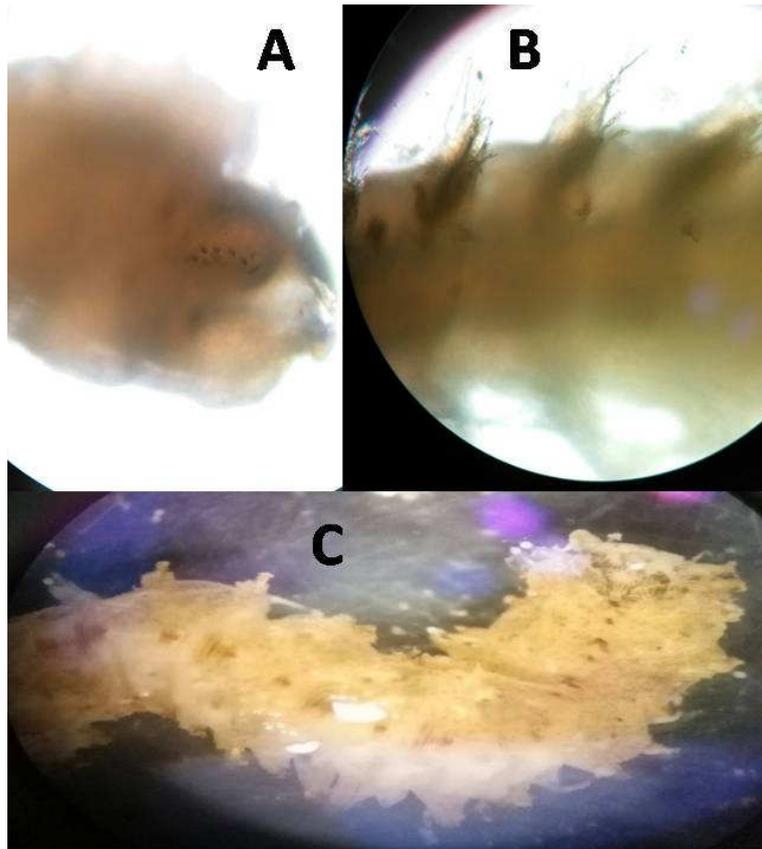


Figura: 4.13. A: Denticulos en la faringe de *Nereis* spp; B: *Nereis* spp; C: *Lepidonotus*



Figura 4.14. *Spirographis spallanzani*

Una especie frecuente porque es muy conspicua pero no es de las abundantes en el enclave coralígeno de La Vinyeta es la especie *Spirographis spallanzani* (figura 4.14). Es muy fácil encontrarla en el borde inferior del enclave.

Artrópodos

Los anfípodos caprélidos, son un grupo muy poco estudiado a pesar de su gran importancia en los ecosistemas que habitan. De hecho este grupo de crustáceos ha sido escasamente investigado a nivel mundial (Guerra-García *et al.*, 2004). Sin embargo los gamaroides han sido mucho más estudiados.

El género *Caprella* es el más extendido (Guerra-García *et al.*, 2004), coincidiendo con lo que nosotros encontramos en nuestras muestras ya que de 151 individuos que identificamos en las 10 muestras, 118 eran del género *Caprella*. La mayoría son filtradores en el bentos. Los caprélidos se encargan de controlar los epifitos que se desarrollan sobre las algas, esto los hace realmente importante para la dinámica del coralígeno, además también sirven como dieta básica para muchos tipos de peces, llegando a ser el único alimento para peces de pequeño tamaño. También actúan alimentándose de partículas en suspensión, por lo que reducen la cantidad de materia orgánica en la columna de agua. Otra utilidad que tienen es que pueden ser utilizados como bioindicadores para el seguimiento del grado de contaminación. Guerra-García utilizó un caprélido para la detección de contaminantes en el arrecife de coral Mauricio. Los caprélidos son muy buenos indicadores de contaminación por TBTs (antifouling) ya que estos componentes se acumulan en los niveles inferiores de las cadenas tróficas (Guerra-García *et al.*, 2004).

Los caprélidos tienen una capacidad metabólica muy baja en comparación con otros organismos marinos para la degradación del TBT por lo que este se acumula a mayor velocidad en sus tejidos, lo que es perfecto para el seguimiento de las concentraciones de este compuesto en el medio marino. Es por esto que los caprélidos nos dan una importante información ambiental que debe ser tomada en cuenta en programas de gestión y conservación de nuestro sistema coralígeno.

Los caprélidos pueden vivir en un gran abanico de sistemas pero mayormente suelen encontrarse como epifitos de algas, hidrozoos, briozoos, esponjas, etc. incluso llegando a establecer asociaciones con invertebrados marinos como las gorgonias, crustáceos de mayor tamaño y equinodermos (Guerra-García *et al.*, 2004). Coincidiendo con Guerra-García nosotros encontramos en nuestras muestras a los caprélidos la mayoría de las veces asociados a algas u otros organismos. Aunque también gran parte se encontraban flotando en el medio acuoso debido a que para conservarlos primero se les adormecía con un anestésico y esto provocaría que los caprélidos se separaran del sustrato al que estaban enganchados.

Guerra-García recogió muestras en el Estrecho de Gibraltar a distintas profundidades, llegando hasta los 40m, encontrando a la mayoría de los caprélidos sobre algas.

Una de las conexiones que tiene esta especie con el coralígeno es que puede alimentarse ingiriendo principalmente detritus que existe sobre los hidrozooos, esponjas o algas en las que viven. Algunos como *Phtisica marina* (figura: 4.15.B) son capaces de capturar activamente otros pequeños crustáceos e incluso de su misma especie.

Especies como *Phtisica marina*, *Pseudoprotella phasma* (figura 4.15.A) y *Caprella acanthifera* (figura: 4.15.C) son muy resistentes a rangos de elevada cantidad de materia orgánica y valores muy bajos de hidrodinamismo e incluso llegando a resistir ambientes portuarios con un elevado grado de contaminación por hidrocarburos y metales pesados. Sabiendo que nuestros ecosistemas cada vez se ven más afectados por la acción humana, se considera en la actualidad necesarios los estudios de impactos ambientales rápidos y efectivos, los caprélidos son una buena herramienta biológica para el seguimiento de la calidad de los fondos marinos.

Para poder identificarlos, debido a su color ya que se mimetizan con el medio en el que se encuentra y a su diminuto tamaño fue necesario agregarles un colorante (rosa de bengala) para que fuese más fácil observarlos en la lupa.

Aún realizando esa coloración, la identificación costó bastante debido a que se trata de especies muy pequeñas y sensibles, y en el proceso de despiece de las partes más grandes de coralígeno en partes más pequeñas, muchos de estos organismos resultaron dañados y a veces para identificar esta especie es necesario ver partes que el organismo ya no poseía haciendo la identificación una tarea prácticamente imposible para una persona sin experiencia en taxonomía, aunque se obtuvieron muy buenos resultados.

Se consiguieron un total de 151 individuos, con un total de 9 especies diferentes. La gran mayoría fue *Caprella* como se dijo con anterioridad ya que es la especie más abundante.

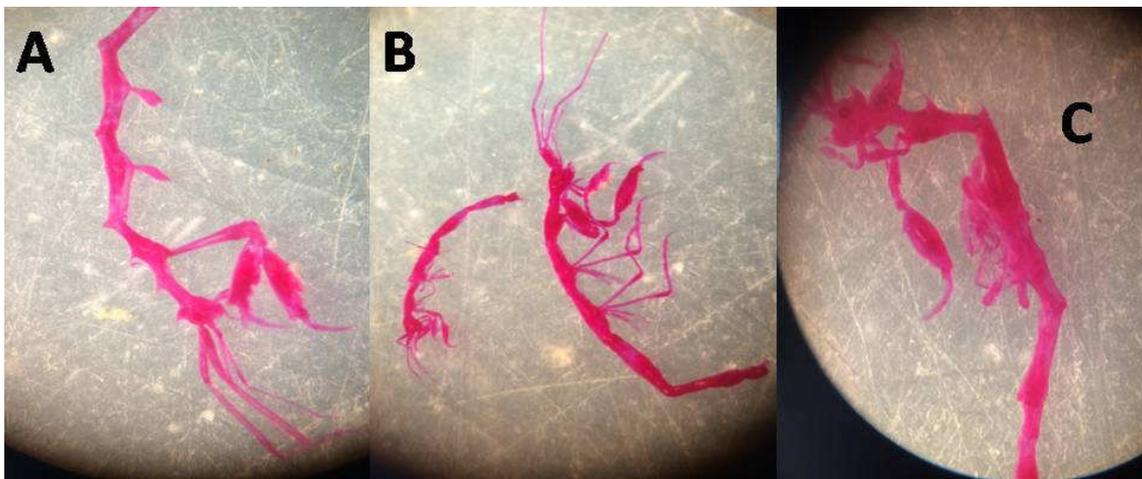


Figura 4.15. A: *Pseudoprotella phasma* ;B: *Phtisica marina*; C: *Caprella acanthifera*

Entre los gamaridos destacan *Lysianassa logicornis*, *Liljeborgia dellavallei*, *Leptocheirus bispinosus*. Son especies características del coralígeno según Bellan-Santini *et al.*(1998).

La fauna de crustáceos decápodos también es destacable, con abundancias relativamente altas de *Athanas nitescens*, *Pisidia longicornis*, *Galathea bolivari*, *Synalpheus gambarelloides*, *Thoralus cranchii*, *Pilumnus inermis*, *Pagurus chevreuxi* y *Calcinus tubularis*. Muchas especies viven durante

todo su ciclo vital en el coralígeno pero otras como *Synalpheus* encuentran en el refugio durante el periodo reproductivos (García-Raso y Fernández-Muñoz 1987).

Una de las especies más conspicua de gran interés económico es la langosta, *Palinurus elephas* (Ballesteros, 2006)(figura 4.16).



Figura: 4.16. Langostas

Briozoos

El briozoo más abundante es *Myriapora truncata* (figura 4.17), es una especie característica del coralígeno y está presente en casi todas las muestras de roca biogenica y presenta elevadas densidades en todo el enclave.

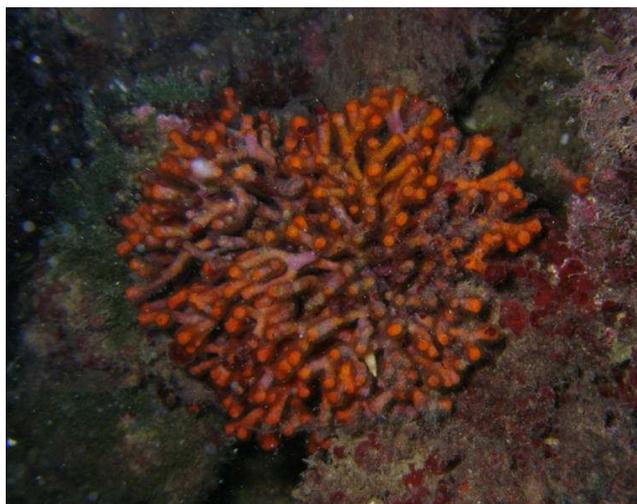


Figura 4.17. *Myriapora truncata*



Figura 4.18. *Pentapora fascialis*

Hay otras especies menos abundantes como *Pentapora fascialis* (figura 4.18), también característica del coralígeno (Ballesteros, 2006).

Equinodermos

Los equinodermos forman uno de los grupos más primitivos de invertebrados, las estrategias de estos organismos les llevan a tener una vida sésil, fijos en el sustrato (Montserrat, 1984).

Para los equinodermos la comunidad del precoralígeno es también una zona de transición donde se encuentran especies que poseen un amplio rango batimétrico. En el precoralígeno de *Codium* se encontró *Ophiothrix fragilis* y en el precoralígeno de *Alcyonium* solo se encontró *O. fragilis* (Imagen 4.9) y *Amphipholis squamata* (Imagen 4.9) (Montserrat, 1984).

De acuerdo a los comentarios de Tortonese (1965) y las listas de Laubier (1966), Hong (1980) y Montserrat (1984), informaron sobre 17 especies encontradas en el coralígeno. Algunos ofiuros de los más representativos en nuestras muestras viven enredadas a las gorgonias (Ballesteros, 2003) o a las algas, es así como nos las encontrábamos a la hora de separarlas para su identificación. Las especies identificadas por nosotros como *Ophiothrix fragilis*, *Amphipholis squamata* y *Ophioderma longicaudum* (Imagen 4.9 y 4.10) coinciden con las que los autores anteriores nombran como las más comunes dentro de los coralígenos que ellos estudiaron.

Cabe decir que en comparación con el resto de especies, la clase Ophiuroidea es de las clases que menos individuos hemos encontrado. Aun sabiendo eso nos deja un total de 62 individuos en 10 muestras, lo que daría lugar a unas 6,2 especies por muestra, en total se encontraron unas 5 variedades de especies diferentes.

Es de resaltar que *Ophiothrix fragilis* y *Amphipholis squamata*, son las más comunes ya que se encontraron en todas las muestras exceptuando la primera que era la que se encontraba cercana a la primera estaca que se hallaba situada más cerca del borde aunque no tenemos claro que exista una relación entre el borde y los equinodermos. También decir que en total el número de

estas dos especies fue el más alto ya que entre ellas suman 59 individuos de los 62 totales, dejando las otras tres especies con un individuo cada una.

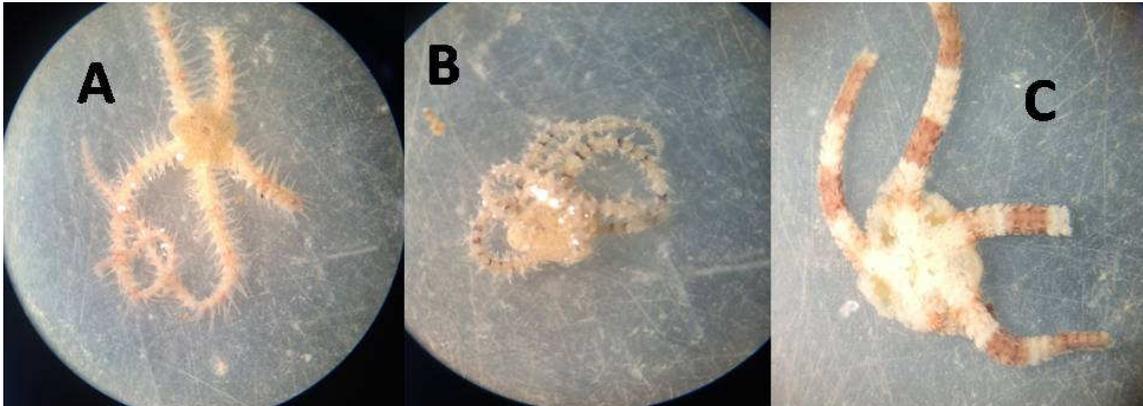


Figura 4.19. A: *Ophiothrix fragilis*; B: *Amphipholis squamata*; C: *Ophioderma longicaudum*

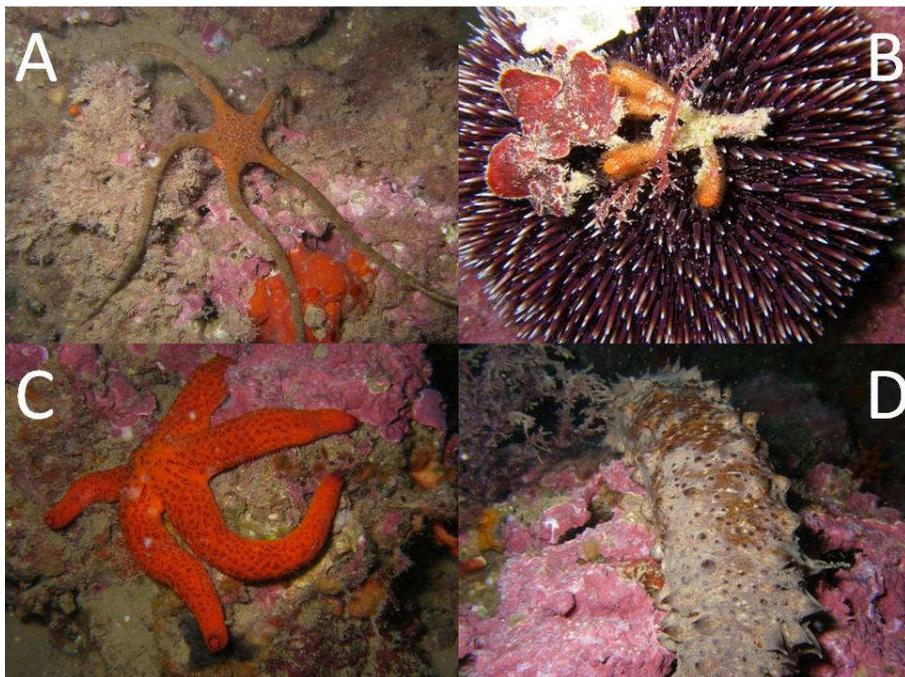


Figura 4.20. A: *Ophioderma longicaudum*; B: *Sphaerochinus granularis*; C: *Echinaster sepositus*; D: *Holothuria sanctori*

Otros equinodermos de gran talla y característicos son *Echinaster sepositus* (figura 4.20.C) y sobre todo el abundante *Sphaerochinus granularis* (figura 4.20.B). En lugares cubiertos por sedimento es habitual encontrar *Holothuria tubulosa* y *Holothuria sanctori* (figura 4.20.D).

Ascidas

A pesar de que Ramos (1991) describe una alta riqueza de especies de ascidias en las comunidades de coralígeno, en este estudio sólo hemos identificado tres especies (figura 4.21).

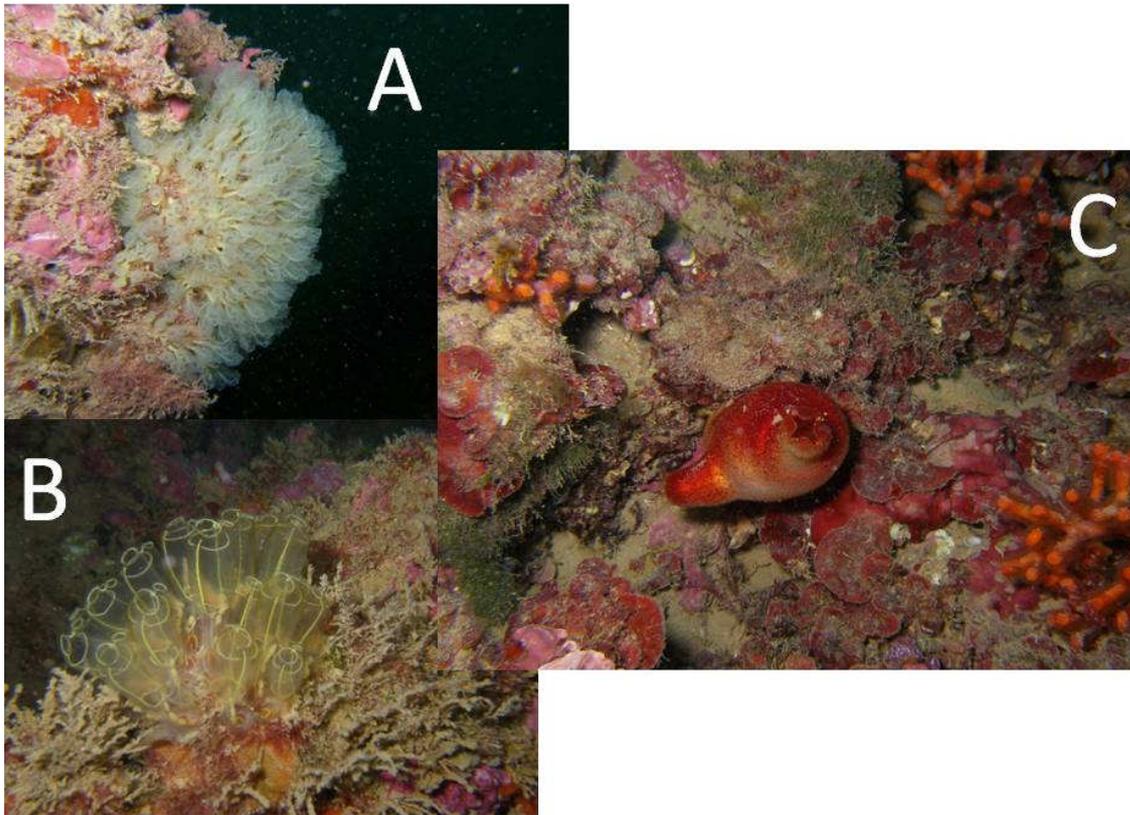


Figura 4.21. A: *Pycnoclavella nana*; B: *Clavelina lepadiformis*; C: *Halocynthia papillosa*

Según Ramos (1991), la especie más característica de la comunidad de coralígeno es *Halocynthia papillosa*, aunque otras especies abundantes *Clavelina nana* y *Clavelina lepadiformis*.

Peces

La fauna de peces, inventariada en este estudio en el coralígeno de La Vinyeta incluye peces que cubren un amplio rango batimétrico, como *Epinephelus marginatus*, *Coris julis* (figura 4.23.D), *Dentex dentex*, *Serranus cabrilla* (figura 4.23.A), *Serranus scriba* (figura 4.25.A), *Symphodus mediterraneus*, *Symphodus tinca* (figura 4.24.E), *Diplodus vulgaris*, *Chromis Chromis* (figura 4.24.ABCD) o *Labrus merula*. Menos conspicuos, aunque también abundantes, son *Apogon imberbis* (figura 4.23.C), *Muraena helena* (figura 4.22.D), *Scorpaena porcus* (figura 4.22.A), *Scorpaena notata* (figura 4.22.B) y *Scorpaena scrofa* (figura 4.22.C).

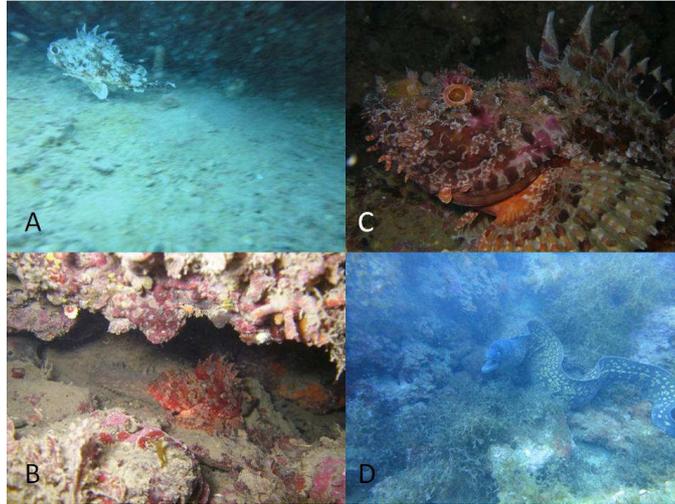


Figura 4.22. A: *Scorpaena porcus* ; B: *Scorpaena notata* ; C: *Scorpaena scrofa* ; D: *Muraena helena*

La fauna de peces que habitan en las pequeñas grietas de concreciones de coralígeno probablemente se compone de peces que aprovechan estos lugares como lugar de puesta como los Blenoideos, *Lipophrys nigriceps*, *Parablennius gattoruggine*, *Parablennius incognitus*.

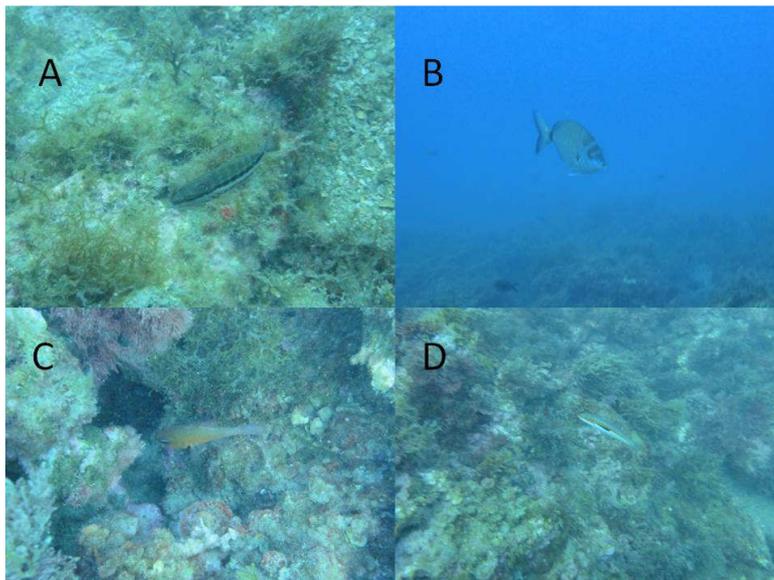


Figura 4.23. A: *Serranus cabrilla* ; B: *Diplodus puntazzo* ; C: *Apogon imberbis* ; D: *Coris julis*

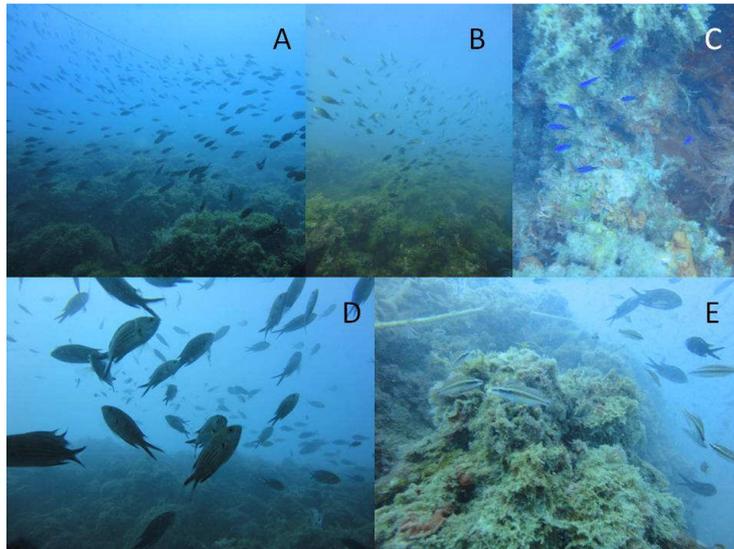


Figura 4.24. A,B,C,D: *Chromis chromis*; E: *Symphodus tinca*

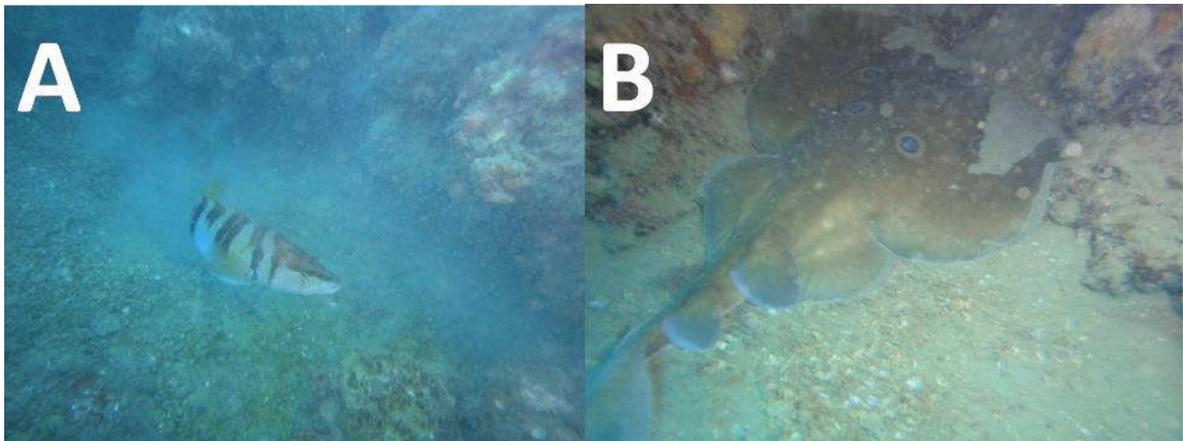


Figura 4.25. A: *Serranus scriba* ; B: *Torpedo torpedo*

De forma más ocasional se observan especies como *Sphyaena sphyaena* y *Diplodus puntazo*, nadando sobre el coralígeno y es frecuente encontrar en las grietas del borde inferior especies de sedimentos como *Torpedo torpedo* (figura 4.25.B)

4.3 Densidades de *Eunicella verrucosa*

Casi todos los trabajos que hemos encontrado son siempre sobre *Eunicella singularis*, pero en el coralígeno estudiado la que más hemos visto es *E. verrucosa*, su principal diferencia es la forma de su estructura, digamos que *E. verrucosa* es más extensa y tiene separadas sus ramas. Se trata de una especie que se encuentra en fondos cubiertos horizontales especialmente (Bergbauer y Humberg, 2002). Esta especie es característica de hábitats coralígenos por lo que consideramos

que sería interesante llevar a cabo el censo sobre esta especie en particular, También decidimos realizar el censo de esta especie por que resalta en el coralígeno dando la sensación de que son arboles dentro de una pradera y esto facilita mucho su visualización.

Los resultados obtenidos fueron: una densidad de 5887,8 colonias por hectárea y el límite superior y el límite inferior para esta estima de densidad es: 5652,3 y 6143,8 al 95% de probabilidad. Estos resultados están hechos para hectáreas, así que podemos concluir que encontraríamos unas 5888 gorgonias por hectárea que vienen a ser una gorgonia cada dos metros cuadrados.

Ha habido eventos en el mediterráneo occidental de aumentos de temperatura que han provocando muertes masivas de gorgonias, esto se ve reflejado en lo observado en el coralígeno debido a que la población de *E. verrucosa* estudiadas eran relativamente jóvenes en comparación con lo observado por buceadores (Nieto y Rodilla, comunicación personal) ya que ellos describen una población de *Eunicellas verrucosa* con individuos más desarrollados. En 1999 se produjo un aumento de temperaturas excepcionalmente altas llegando a alcanzar en zona profunda de la columna de agua 23-24°C durante más de un mes incluso llegando a profundidades por debajo de los 40m, esto afecto de forma severa a las comunidades que viven fijas al sustrato entre las que encontramos las colonias de *Eunicella verrucosa*, sin embargo no se determino que la temperatura causara el efecto directo en la muerte de los organismos bentónicos debido a que puede ser que la temperatura de una forma directa activara organismos virulentos y esto si afecte de forma directa, o que el calentamiento junto con otros factores fisicoquímicos y atmosféricos provocaran la muerte de los individuos (Perez *et al.*,2000). Otro caso de un aumento anómalo de temperatura sucedió en el 2003, en el que el Mediterráneo aumento de 1 a 3°C su temperatura por encima de los valores medios y máximos. Las áreas del Mediterráneo occidental fueron las menos afectadas (Garrabou *et al.*, 2009).

En un futuro las consecuencias a largo plazo son bastantes preocupantes ya que si el calentamiento global continua podría concluir en una gran crisis de biodiversidad (Garrabou *et al.*, 2009) ya que se irán perdiendo especies que no sean capaces de adaptarse debido a su lenta dinámica y aumentaran el numero de las especies más resistentes (Perez *et al.*, 2000). Se esperan que los aumentos de temperatura se produzcan durante los próximos decenios. Por lo que se podría esperar otro caso de mortalidad masiva (Garrabou *et al.*, 2009).

La situación global actual, y sus consecuencias futuras ponen de manifiesto la necesidad de crear estrategias para controlar la calidad de las comunidades de sustrato duro ya sea mediante el uso de indicadores biológicos que sean asociados a medidas de parámetros tanto físicos como químicos en la columna de agua (temperatura, salinidad, pH, nutrientes, etc.).

Solo el hecho de controlar todos estos parámetros nos permitirá evaluar las capacidades de recuperación de estas masas y las resistencias que algunas poblaciones poseen, y así se podrán entender los eventos de mortalidad masiva con la posible solución de poder anticiparse a los futuros cambios (Perez *et al.*, 2000).

4.4 Amenazas y conservación de la biocenosis del Coralígeno

Amenazas:

El hecho de que las especies ingenieras tengan ciclos de vida largo pero una dinámica de construcción lenta hace que el coralígeno sea excepcionalmente vulnerable a fuentes de fuertes perturbaciones, como por ejemplo la práctica de artes de pesca destructivas, la contaminación, o brotes de mortalidad masiva.

- Artes de pesca utilizados por los pescadores y pesca ilegal
- Vertidos de aguas residuales (eutrofización aumento de nutrientes)
- Buceo deportivo
- Especies invasora
- Mortalidades masivas

El coralígeno de la Viñeta actualmente no se encuentra amenazado por ningún tipo de factor externo ni interno, pero esto no significa que no pueda ocurrir en el futuro.

Se distinguen como 5 las causas principales que pueden afectar a los conjuntos de coralígeno (Ballesteros, 2003):

- 1) Los eventos que actúan en un rango amplio, con la participación de mortalidades masivas de los suspensívoros, parecen que están relacionados con la estabilidad de la columna de agua especialmente en verano debido a los aumentos de temperatura, Aunque no llega a estar claro si son consecuencias directas pero se ha sugerido que están relacionados con el calentamiento global (Ballesteros, 2003). En nuestro coralígeno se conocen dos episodios de aumentos de temperatura en los años 1999 y 2003 (Perez *et al.*, 2000) (Garrabou *et al.*, 2009) que provocaron una mortalidad bastante amplia de *Eunicella singularis*, esto podría volver a ocurrir en años venideros debido a que la temperatura ha ido aumentando con respecto a lo que estábamos acostumbrados, además también de los años de sequia que azota a nuestro país por lo que sin lluvias la temperatura no se termoestabiliza.
- 2) Las aguas residuales afectan de manera muy importante a la estructura del coralígeno mediante la inhibición del crecimiento de algas coralígenas, aumentando las tasas de bioerosión, otro efecto que producen es sobre la riqueza de especies provocando una disminución de las especies y de los individuos que se presentan en mayores densidades como es la epifauna causando la desaparición de algunos grupos taxonómicos y además aumentaría el número de especies tolerantes a la contaminación con lo que se terminaría por tener un índice muy bajo de biodiversidad (Ballesteros, 2003). Este tipo de amenaza en la zona de la viñeta no se produce debido a que no existe ninguna zona de vertidos de aguas residuales cercana ni tampoco es probable que las aguas residuales vertidas en otros puntos más lejanos lleguen hasta la viñeta. Aun así es importante tenerlos en cuenta para posibles futuros accidentes.

- 3) La pesca es otra de las causas de destrucción de coralígeno (Ballesteros, 2003), en la Viñeta los pescadores conocen la importancia de preservar una zona tan importante debido a su biodiversidad en especies valoradas para la pesca, por lo que en esta zona se pesca con bastante responsabilidad evitando hacer el menor daño posible al coralígeno, aunque en algunas inmersiones hemos podido observar restos de redes abandonadas debido a que estas quedan enganchadas en el coralígeno y se vuelve muy difícil la extracción de esta a no ser que se haga mediante buceo esto es debido a que utilizan un arte de pesca llamado trasmallos el cual consiste en dejar unas redes en el fondo y los peces quedan atrapados en ellas, los pescadores saben que el coralígeno es una zona donde los peces van a alimentarse y a obtener refugio por lo que intentan poner los trasmallos lo más cercano al coralígeno para que cuando los peces salgan de este queden atrapados en las redes, es el intento de colocar la red lo más cercana al coralígeno lo que provoca que a veces las corrientes o el simple hecho de un fallo al colocarla la mueva hacia el borde del coralígeno y quedan enganchadas, este hecho no genera ningún destrozo en el coralígeno ya que las especies del coralígeno utilizan las redes como sustrato duro y empiezan a crecer sobre estas, lo que genera deterioro es cuando los pescadores intentan sacar la red enganchada y a veces provocan daños en el coralígeno. Otro hecho que causa daños en el coralígeno es el fondeo del ancla, ya que suelen fondear cerca del coralígeno o a veces sobre este, el ancla al caer destruye todo lo que encuentra a su paso debido a que el coralígeno es mucho menos resistente que el ancla, pero al recoger los pescadores el ancla también acaban arrancando grandes partes del coralígeno. El problema del fondeo del ancla también se produce con la pesca deportiva mediante apnea, debido a que también tienen que fondear el barco. La apnea en si no tiene un efecto negativo severo sobre el coralígeno, en todo caso tiene un efecto sobre las especies de mayor tamaño que son atractivas para pescar mediante este estilo de pesca, aunque no llega a ser un número muy grande por lo que la especie puede recuperarse con relativa facilidad.
- 4) El buceo deportivo es otra de las causas de degradación del coralígeno, aunque este solo afecta a las zonas más atractivas (Ballesteros, 2003), por lo que es una degradación puntual. Si los buceadores no tienen experiencia y no tienen un buen control de la flotabilidad pueden destruir parte del coralígeno con el simple hecho de apoyarse o aletear cerca del coralígeno provocando fracturas a las zonas más superficiales. Con la apertura reciente de un club de buceo en Gandía, van a comenzar a ser más frecuentes las visitas al coralígeno por parte de buceadores que estén interesados en conocer, fotografiar o visitar el coralígeno debido a la gran riqueza de especies y al extraordinario paisaje subacuático que se forma en esa zona.
- 5) La ultima causa son las especies invasoras (Ballesteros, 2003), una especie invasora tiene una capacidad de colonización mucho más rápida que las especies autóctonas, además de que es capaz de competir por los recursos con mucha más fuerza. Actualmente en el Mediterráneo tenemos una especie que se encuentra dentro del catalogo de especies exóticas invasoras, que se ha detectado en las costas de Jávea y Sagunto denominada *Caulerpa racemosa*, se trata de una alga que esta colonizando el fondo a pocas

profundidades y que se está extendiendo por todas las playas, puede crecer en un amplio rango de profundidades (hasta los 60m) y sobre cualquier tipo de superficie y en poco tiempo forma un denso tapiz que evita el traspaso de el oxígeno y la irradiación por lo que todo lo que quede por debajo de esta terminaría muriendo ya que crea un ambiente toxico (Magrama, 2013). Hoy en día en nuestras muestras todavía no se ha detectado en el coralígeno aunque no se descarta que pueda llegar hasta nuestro coralígeno.

6-Conclusiones y recomendaciones

Tras la clasificación y la posterior cuantificación de los ejemplares encontrados, se contrasto la presencia en las muestras estudiadas de: 226 especies entre los más de 800 individuos recogidos, todo esto solo es una parte del total de las muestras recogidas debido a que por falta de tiempo no se pudo completar la identificación de todos los organismos encontrados en las muestras.

Como hemos comprobado a lo largo de este trabajo, la Viñeta coincide perfectamente con lo descrito por autores como Ballesteros (2003), Cognetti (2001), e incluso Nieto (2000). Tanto la fauna como la flora encontrada dentro de la viñeta son típica de un coralígeno de plataforma, podemos pensar que ese enclave de plataforma surgió sobre algún sustrato duro de alguna antigua playa en otra época más antigua como explica Nieto (2000), ya que Nieto (2000) dice haber encontrado materiales de antiguas líneas de playa a esa profundidad. Se cree que el coralígeno para ser coralígeno de plataforma debe estar a profundidades mayores (Nieto L., 2000) como ocurre en el océano Atlántico, pero en este particular caso de la Viñeta, encontramos lo que claramente es un coralígeno de plataforma a una profundidad relativamente baja, también podríamos decir que lo que Nieto (2000) describe sobre este coralígeno es la superficie, en la que se observa con todo detalle lo que podría ser un precoralígeno, es lógico que podamos encontrar un precoralígeno en esta zona ya que las condiciones son totalmente adecuadas para su formación debido a que la parte superficial del coralígeno le llega una gran cantidad de luz, la columna de agua es clara y además la profundidad para la formación del precoralígeno es ideal, por lo que por encima de nuestro coralígeno tendríamos una fase llamada precoralígeno. Podríamos concluir que la biocenosis presente en la Viñeta no debe ser considerada como un precoralígeno , tal como podría deducirse de Nieto (2000), ya que reúne todas las características de un coralígeno de plataforma.

La formación de nuestro coralígeno es de una época muchísimo anterior, podríamos decir que de unos 3000 o 5000 años de antigüedad, esto lo constatamos con las medidas tomadas sobre el borde exterior del coralígeno, aunque harían falta pruebas de isotopos estables como el C^{14} para confirmar esta teoría, debido a falta de presupuesto no hemos podido realizar una prueba así.

La zona de la viñeta pudo haber sido una línea de playa hace ya mucho tiempo en la que quedaran algunos segmentos de material duro, pero también gracias a marcas de agua de antiguos niveles del mar que existen en el Cabo de la Nao (La Roca et al., 2005) se sabe que mucho tiempo atrás esta misma zona estuvo bajo el mar a una mayor profundidad de la que se encuentra actualmente debido a que el nivel del mar era mucho mayor que el de hoy en día, es entonces cuando se pudo empezar a formar el coralígeno, en aquellas condiciones de mayores profundidades como suele ser lo normal como vemos que se forma en el Atlántico, además también en la playa de Gandía actualmente se observa otro enclave coralígeno a mayor profundidad, lo cual podría haber sido otra línea de costa que dejase también materiales duros y luego pasar a estar a una profundidad suficiente como para iniciarse la formación del coralígeno.

La conclusión es que nosotros en la Viñeta tenemos una clara biocenosis formada por algas calcáreas que terminan estableciendo un coralígeno, y debido a la baja profundidad a la que se encuentra actualmente y a la que se ha encontrado durante muchos años, en la superficie de nuestro coralígeno se ha formado un precoralígeno, pero esto no ha evitado que nuestro coralígeno siga creciendo, debido a que las condiciones hoy en día son buenas para su crecimiento.

Otra conclusión que sacamos con respecto a la fauna muestreada, es que la biodiversidad en el coralígeno no se ve influenciada por la profundidad o por la localización en la que se encuentra, esto queda demostrado en nuestro trabajo debido a que al haber tomado muestras de diferentes puntos, la fauna ha seguido repitiéndose, por lo que se ve influenciada mucho más por la zona del coralígeno en la que se encuentre, por ejemplo, si está en una grieta, o en un hueco, o en el borde. Esto también nos quiere decir que aunque se siguieran tomando muchas más muestras del coralígeno, la fauna apenas variaría, aunque no significa que no puedan aparecer nuevas especies no identificadas en las muestras anteriores.

Una vez demostrada la gran biodiversidad que posee este coralígeno, se debería de iniciar un plan de protección para su conservación.

8-Bibliografia

- Adey, W.H. & Vassar, J.M. (1975). Colonization, succession and growth rates of tropical crustose coralline algae (Rhodophyta, Cryptonemiales). *Phycologia* 14, 55–69.
- Adey, W.H. (1978). Coral reef morphogenesis: a multidimensional model. *Science* 202, 831–837.
- Antoniadou, C., Koutsoubas, D., & Chintiroglou, C. C. (2005). Mollusca fauna from infralittoral hard substrate assemblages in the North Aegean Sea. *Belgian Journal of Zoology*, 135(2), 119.
- Arduino, G., & Repetto, G. (1995). *Catalogo illustrato delle conchiglie marine del Mediterraneo*. Associazione amici del Museo" Federico Eusebio".
- Augier, H., (2008). *Guia de los fondos marinos del Mediterráneo*. Ediciones Omega, S.A., 2008
- Avila, S. P. (2003). The littoral molluscs (Gastropoda, Bivalvia and Poly-placophora) of S50 Vicente, Capelas (SBo Miguel Island, Azores): ecology and biological associations to algae.
- Ballesteros, E. (1992). Els vegetals i la zonació litoral: espècies, comunitats i factors que influeixen en la seva distribució. *Arxius Secció Ciències*, 101. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona. 616 pp.
- Ballesteros, E. (1993). Algues bentòniques i fanerògames marines. In: *Història Natural de l'arxipèlag de Cabrera* (eds. J. A. Alcover, E. Ballesteros & J. J. Fornós). *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 2: 503-530. CSIC-Ed. Moll. Palma de Mallorca.
- Ballesteros E. (2006) Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 44, 123–195.
- Ballesteros, E. & Tomas, F., (1999). Avaluació de l'estat de les comunitats bentòniques de La Roja (Tossa de Mar, Girona) en vistes a la seva declaració com a reserva marina. CSIC. Inedit.
- Ballesteros, E. (2003). The coralligenous in the Mediterranean Sea: Definition of the coralligenous assemblage in the Mediterranean, its main builders, its richness and key role in benthic ecology as well as its threats. Project for the preparation of a Strategic Action Plan for the Conservation of the Biodiversity in the Mediterranean Region (SAP BIO). *RAC/SPA—Regional Activity Centre for Specially Protected Areas*.
- Barrientos, J. A. (Ed.). (2004). *Curso práctico de entomología* (Vol. 41). Univ. Autònoma de Barcelona.
- Bellan-Santini, D., Karaman, G., Krapp-Schickel, G., Ledoyer, M., & Ruffo, S. (1993). *The Amphipoda of the Mediterranean. Part 3: Gammaridea (Melphidippidae to Talitridae), Ingolfiellidea, Caprellidea* (Vol. 13).

- Bellan-Santini, D., Karaman, G., Ledoyer, M., Myers, A., & Ruffo, S. (1998). *The Amphipoda of the Mediterranean. Part 4: Localities and Map, Addenda to Parts 1-3, Key to Families, Ecology, Faunistics and Zoogeography, Bibliography and Index*. (Vol. 13).
- Bellan-Santini, Diviacco, G., G., Krapp-Schickel, G., Myers, A., & Ruffo, S. (1989). *The Amphipoda of the Mediterranean. Part 2: Gammaridea (Haustoriidae to Lysianassidae)*, (Vol. 13).
- Bellan-Santini, Karaman, G., Krapp-Schickel, G., Myers, A., Ledoyer, M., & Ruffo, S. (1982). *The Amphipoda of the Mediterranean. Part 1: Gammaridea (Acanthonotozomatidae to Gammaridae)*, (Vol. 13).
- Bergbauer, M., & Humberg, B. (2002). *Flora y fauna submarina del mar Mediterráneo: una guía de identificación para naturalistas, aficionados y buceadores*. Editorial Omega.
- Bianchi, C. & Morri, C. (2000). Marine biodiversity of the Mediterranean Sea: situation, problems and prospects for future research. *Marine Pollution Bulletin*, 40 (5), 367-376.
- Bianchi CN, Pronzato R, Cattaneo-Vietti R, Benedetti-Cecchi L, Morri C, et al. (2004) Mediterranean marine benthos: a manual of methods for its sampling and study. Hard bottoms. *Biol Mar Medit*
- Boero, F., & Fraschetti, S. (2009). Marine habitats: fauna and ecology. In *Italian habitats: Expression of biodiversity* (pp. 149-186). Edizioni del Museo Friulano di Storia Naturale.
- Boudouresque, C.F. (1973). Recherches de bionomie analytique, structurale et expérimentale sur les peuplements benthiques sciaphiles de Méditerranée Occidentale (fraction algale). Les peuplements sciaphiles de mode relativement calme sur substrats durs. *Bulletin Musée d'Histoire Naturelle de Marseille*, 33: 147-225.
- Boudouresque, C.F. (1985). Groupes écologiques d'algues marines et phytocenoses benthiques en Méditerranée nord-occidentale: une revue. *Giornale Botanico Italiano*, 118: 7-42.
- Boudouresque, C.F. (2004). Marine biodiversity in the Mediterranean: status of species, populations and communities. *Scientific Reports of Port-Cros National Park 20*, 97-146.
- Cognetti, G., Sarà, M., & Magazzù, G. (2001). *Biología marina*. Ariel.
- Danovaro, R., (2013). *Biologia Marina Biodiversità e Funzionamento degli Ecosistemi Marini*. Ed. Cittàstudi
- Dearn, L., (1987). The Fauna of subtidal Articulated Coralline Mats: Composition, Dynamics, and Effects of Spatial
- Del Socorro M., 2007. Clave ilustrada para las familias de anfípodos gamáridos (Peracarida: Amphipoda) litorales del Pacífico oriental tropical y glosario de términos. *Ciencias y mar XI* (32):3-27
- Di Franco, A., Milazzo, M., Baiata, P., Tomasello, A., & Chemello, R. (2009). Scuba diver behaviour and its effects on the biota of a Mediterranean marine protected area. *Environmental Conservation*, 36(01), 32-40.

- Francour, P., Ganteaume, A., & Poulain, M. (1999). Effects of boat anchoring in *Posidonia oceanica* seagrass beds in the Port-Cros National Park (north-western Mediterranean Sea). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 9(4), 391-400.
- Garrabou, J., Coma, R., Bensoussan, N., Bally, M., Chevaldonné, P., Cigliano, M., ... & Cerrano, C. (2009). Mass mortality in Northwestern Mediterranean rocky benthic communities: effects of the 2003 heat wave. *Global change biology*, 15(5), 1090-1103
- Garrabou, J., Zabala, M., (2001). *Growth dynamics in four Mediterranean demosponges*. *Estuarine, coastal and shelf science*
- Gaymer, C. F., Dutil, C., & Himmelman, J. H. (2004). Prey selection and predatory impact of four major sea stars on a soft bottom subtidal community. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 313(2), 353-374.
- Giangrande, A. (1992). The genus *Chone* (Polychaeta, Sabellidae) in the Mediterranean Sea with description of *C. longiseta* n. sp. *Italian Journal of Zoology*, 59(4), 517-529.
- Gili, J. M., & Ros, J. (1985). Study and cartography of the benthic communities of Medes Islands (NE Spain). *Marine Ecology*, 6(3), 219-238.
- Gili, J. M., & Ros, J. D. (1982). Bionomía de los fondos de sustrato duro de las islas Medes (Girona). *Oecologia aquatica*, 6(6), 199-226.
- Gili, J.-M. & Coma, R. (1998). Benthic suspension feeders: their paramount role in littoral marine food webs. *Trends in Ecology & Evolution* 13, 316-321.
- Gili, J.M. and Ballesteros, E. (1992) Structure of cnidarian populations in Mediterranean sublittoral benthic communities as a result of adaptation to different environmental conditions, in *Homage to Ramón Margalef or Why There is Such Pleasure in Studying Nature* (Ros, J.D. and Prat, N., eds), pp. 243–254, Publications Universitat de Barcelona.
- Gofas, S., Moreno, D., y Salas, C., (2011). *Moluscos Marinos de Andalucía – II*. Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico, Universidad de Málaga.
- Gofas, S., Moreno, D., y Salas, C., (2011). *Moluscos Marinos de Andalucía – I*. Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico, Universidad de Málaga.
- Gosálvez, M., Martín, F., & Fernández, J. (1992). *Guía de la fauna submarina del litoral mediterráneo español*. Ediciones Pirámide.
- Grant, A., Hateley, J. G., & Jones, N. V. (1989). Mapping the ecological impact of heavy metals on the estuarine polychaete *Nereis diversicolor* using inherited metal tolerance. *Marine Pollution Bulletin*, 20(5), 235-238.
- Guerra-García, J.M., Sánchez-Moyano, J.E. y García-Gómez, J.C. (2004). Los Caprélidos (crustacea: Amphipoda) del Estrecho de Gibraltar y su utilidad como Bioindicadores marinos. *Journal of Crustacean Biology*.

- Guidetti, P., Frascchetti, S., Terlizzi, A., & Boero, F. (2004). Effects of desertification caused by *Lithophaga lithophaga* (Mollusca) fishery on littoral fish assemblages along rocky coasts of southeastern Italy. *Conservation Biology*, 18(5), 1417-1423.
- Hayward, P., Shields, C., & Nelson-Smith, T. (2007). *Flora y fauna de las costas de España y de Europa*. Omega.
- Hofrichter, R. (Ed.). (2005). *El mar Mediterráneo: fauna, flora, ecología*. Ed. Omega.
- Hong, J.S. (1980). Étude faunistique d'un fond de concrétionnement de type coralligène soumis à un gradient de pollution en Méditerranée nord-occidentale (Golfe de Fos). Thèse de Doctorat . Université d'Aix -Marseille II. 134 pp.
- Huete-Stauffer, C., Vielmini, I., Palma, M., Navone, A., Panzalis, P., Vezzulli, L., ... & Cerrano, C. (2011). *Paramuricea clavata* (Anthozoa, Octocorallia) loss in the Marine Protected Area of Tavolara (Sardinia, Italy) due to a mass mortality event. *Marine Ecology*, 32(s1), 107-116.
- Kipson, S., Fourt, M., Teixidó, N., Cebrian, E., Casas, E., Ballesteros, E., ... & Garrabou, J. (2011). Rapid biodiversity assessment and monitoring method for highly diverse benthic communities: A case study of mediterranean coralligenous outcrops. *PloS one*, 6(11), e27103.
- Krebs, C. J. 1989. *Ecological methodology*. Harper & Row, Publishers, New York.
- Laborel, J. 1961. Le concretionnement algal "coralligene" et son importance geomorphologique en Mediterranee. *Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume* 23 (37), 37–60.
- Laborel, J., Morhange, C., Lafont, R., Le Campion, J., Laborel-Deguen, F. & Sartoretto, S. (1994). Biological evidence of sea-level rise during the last 4500 years on the rocky coasts of continental southwestern France and Corsica. *Marine Geology* 120, 203–223.
- Laubier, L. (1966). Le coralligène des Albères: monographie biocénotique. *Annales Institut Océanographique de Monaco*, 43: 139-316.
- Levinton, J.S. (2011). *Marine Biology: Function, Biodiversity, Ecology*, third ed. Oxford University Press, New York.
- Linares, C., Coma, R., Diaz, D., Zabala, M., Hereu, B., & Dantart, L. (2005). Immediate and delayed effects of a mass mortality event on gorgonian population dynamics and benthic community structure in the NW Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 305, 127-137.
- Littler, M.M. & Doty, M.S. (1975). Ecological components structuring the seaward edges of tropical Pacific reefs: the distribution, communities and productivity of Porolithon. *Journal of Ecology* 63, 117–129.
- Littler, M.M. (1973). The population and community structure of Hawaiian fringing-reef crustose Corallinaceae (Rhodophyta, Cryptonemiales). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 11, 103–120.

- Littler, M.M., Littler, D.S., Blair, S.M. & Norris, J.N. (1986). Deep-water plant communities from an uncharted seamount off San Salvador Island, Bahamas: distribution, abundance, and primary productivity. *Deep-Sea Research* 33, 881–892.
- Lobel, P. S. (2001). Fish bioacoustics and behavior: passive acoustic detection and the application of a closed-circuit rebreather for field study. *Marine Technology Society Journal*, 35(2), 19-28.
- Magrama, (2013). Disponible en:
http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies-amenazadas/caulerpa_racemosa_2013_tcm7-306898.pdf [Última Consulta: 13/09/2014]
- Marion (A.-F.), 1883. Esquisse d'une topographie zoologique du Golfe de Marseille. Ann. Mus. Hist. Nat. Marseille.
- Martin, D. 1987. *La comunidad de anélidos poliquetos de las concreciones de algas calcáreas del litoral catalán. Caracterización de las especies*. Publicaciones Departamento de Zoología Universidad Barcelona.
- Montserrat, A. (1984). Els equinoderms de les illes Medes. In: Els sistemes naturals de les Illes Medes (eds. J. Ros, I. Olivella & J.M. Gili). Arxius Secció Ciències, 73: 563-580. IEC. Barcelona.
- Munro, C. (2005). Diving systems, In: Eleftheriou, A., McIntyre, A. (Eds.), *Methods for the Study of Marine Benthos*, 3rd edition. Blackwell Publishing Group, Oxford, pp. 112–159.
- Nieto, L., (2000). *El Medi Subaquatic a la Safor*. Ed. Alfons el Vell
- Pérès, J. & Picard, J.M. (1964). Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Mediterranee. *Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume* 31(47), 1–131.
- Pérès, J. M., & Picard, J. (1959). *Manuel de bionomie benthique de la Méditerranée*. Imprimerie Louis-Jean.
- Perez, T., Garrabou, J., Sartoretto, S., Harmelin, J. G., Francour, P., & Vacelet, J. (2000). Mortalité massive d'invertébrés marins: un événement sans précédent en Méditerranée nord-occidentale. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences-Series III-Sciences de la Vie*, 323(10), 853-865
- Plá, E.,(2006). *Guia submarina de La Marina Alta e Ibiza*. Gráficas Alcoy.
- Poppe, G. T., & Goto, Y. (1991). *European seashells: Vol 1: Polyplacophora, Caudofoveata, Solenogaster, Gastropoda*. Verlag.
- Poppe, G. T., & Goto, Y. (2000). *European seashells: Vol 2, Scaphopoda, Bivalvia, Cephalopoda*.
- Riedl, R. (1986). *Fauna y flora del mar Mediterráneo*. Omega, Barcelona, 858.
- Ramos, A.A. 1991. *Ascidias litorales del Mediterráneo ibérico. Faunística, ecología y biogeografía*. Tesis Doctoral. Universidad de Alicante. 405 pp.

- Rogers, C. S., Gilnack, M., & Fitz III, H. C. (1983). Monitoring of coral reefs with linear transects: a study of storm damage. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 66(3), 289-290 pp.
- Romdhane, N., Ben Mustapha, K., Romdhane, M. S. & El Abed, A. (2007). Qualitative minimal area and benthic diversity of the coralligenous habitat from Korbous. *Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer Salammbô* 34, 69–79.
- Ros, J., Romero, J., Ballesteros, E. & Gili, J.M. (1985). Diving in blue water: the benthos. In: *Western Mediterranean*, R. Margalef (ed.), Oxford: Pergamon, 233–295.
- Sardá, R., Rossi, S., Martí, X., & Gili, J. M. (2012). Marine benthic cartography of the Cap de Creus (NE Catalan Coast, Mediterranean Sea). *Scientia Marina*, 76(1), 159-171.
- Sayer, M.D.J., Thurston, S.R., Nickell, L.A., Duncan, G.D. and Gale, A.V. (1996). Use of rebreathers in fish research. In *Underwater Research and Discovery* (proceedings of the 3rd Underwater Science Symposium), pp. 35–38. Aberdeen: Society for Underwater Technology.
- Sebens, K.P. and Johnson, A.S. (1991) Effects of water movement on prey capture and distribution of reef corals, *Hydrobiologia* 226, 91–101.
- Simboura, N., Zenetos, A., Thessalou-Legaki, M., Pancucci, M. A., & Nicolaidou, A. (1995). Benthic Communities of the Infralittoral in the N. Sporades (Aegean Sea): a Variety of Biotopes Encountered and Analysed. *Marine Ecology*, 16(4), 283-306.
- Tortonese, E. (1965). *Fauna d'Italia. Echinodermata*. Calderini. Bologna. 422 pp.
- Trainito, E., Doneddu, M., (2014). *Nudibranchi del Mediterraneo*. Ediciones Il Castello.
- Uriz, M. J. (1986). Clave de identificación de las esponjas más frecuentes de la Península Ibérica. *Miscel·lània Zoològica*, 10, 7-22.
- Vadas, R.L. & Steneck, R.S. (1988). Zonation of deep water benthic algae in the Gulf of Maine. *Journal of Phycology* 24, 338–346.
- Viéitez, J. M. (2004). *Fauna ibérica* (Vol. 25). Editorial CSIC-CSIC Press.
- Weinberg, S. (1976). Revision of the common Octocorallia of the Mediterranean circalittoral. I. Gorgonacea. *Beaufortia* 24:63–104